

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Návrh zvýšení bezpečnosti dopravy na křižovatce Českobratrská-
jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské (Most Pionýrů)

Proposal for Increased Traffic Safety at the Intersection

Českobratrská-ramp from South Street Bohumínská (Most Pionýrů)

Student:

Přemysl Miloš

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D.

Ostrava 2012

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

Anotace

MILOŠ, Přemysl. *Návrh zvýšení bezpečnosti dopravy na křižovatce Československá-jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské (Most Pionýrů)*. Ostrava, 2012. 42 s. Bakalářská práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D.

Bakalářská práce obsahuje návrh křižovatky řízené světelně signalizačním zařízením a návrh přestavby jízdních pruhů křižovatky, včetně výkresové dokumentace. V první části je řešen popis řešené křižovatky, dále v analytické části proveden dopravní průzkum s výpočtem jednotlivých dopravních intenzit a rozbor nehodovosti. V další části jsou navrženy dva návrhy přestavby křižovatky s cílem eliminovat dopravní nehody. V závěrečné části bakalářské práce jsou srovnány varianty a doporučena varianta k realizaci.

Klíčové slova

Křižovatka, mimoúrovňová křižovatka, nehodovost, světelně signalizační zařízení, intenzity dopravy

Anotation

MILOŠ, Přemysl. *Proposal for Increased Traffic Safety at the Intersection Československá-ramp from South Street Bohumínská (Most Pionýrů)*. Ostrava, 2012.

Bachelor work includes design of light-controlled intersection signaling and design of the reconstruction lane intersection, including drawings. The first part is solved intersection description, followed by analysis of the traffic survey done by calculating with different intensities and analysis of traffic accidents. In other parts of the two proposals are designed to rebuilding the intersection to eliminate accidents. In the final part of the thesis compares alternative options and recommended for implementation.

Key words

Intersection, interchange, accidents, traffic lights, traffic intensity

Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratka	Význam
OKAS	Ostravské komunikace akciová společnost
ŘSD	ředitelství silnic a dálnic České Republiky
x	křížení
jvoz	jednotkové vozidlo
SSZ	světelně signalizační zařízení
S II	silnice druhé třídy
grafikon	grafické znázornění pohybu dopravních spojů
pentlogram	grafické znázornění intenzit proudů vozidel
ČSN	Česká technická norma
o	osobní vozidla
n	nákladní vozidla
c	vozidla celkem
voz	vozidla
a.s.	akciová společnost
Sb.	Sbírky
r.	rok
ÚKD	úroveň kvality dopravy
OTSKP-SPK	oborový třídník stavebních konstrukcí a prací staveb pozemních komunikací

Symbol	Význam	Jednotka
p_i^d	podíl intenzity dané hodiny i na denní intenzitě dopravy	[%]
k_{md}	přepočtových koeficientů pro libovolně určenou dobu průzkumu	[-]
I_d	denní intenzita dopravy	[voz/den]
I_m	intenzita dopravy v době průzkumu	[voz/průz]
p_i^t	podíl denní intenzity dne průzkumu i na týdenním průměru denních intenzit	[%]
k_{dt}	koeficient v závislosti na druhu vozidla a charakteru provozu	[-]
I_t	týdenní průměr denních intenzit dopravy	[voz/den]
p_i^r	podíl denní intenzity dopravy měsíce průzkumu i v roce na ročním průměru denních intenzit dopravy	[%]
$k_{t,RPDI}$	koeficienty závislosti druhu vozidla a charakteru provozu na komunikaci	[-]
RPDI	roční průměr denních intenzit dopravy	[voz/den]
I_{sh}	intenzita špičkové hodiny	[voz/hod]
I_h	hodinová intenzita dopravy	[voz/hod]
$k_{RPDI,sh}$	přepočtový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy na špičkovou hodinovou intenzitu	[-]
L_n	najížděcí dráha	[m]
V_n	najížděcí rychlost	[m/s]
t_n	najížděcí doba	[s]
L_v	vyklizovací dráha	[m]
l_{voz}	délka vyklizovacího vozidla	[m]
V_v	vyklizovací rychlost	[m/s]
t_v	vyklizovací doba	[s]
t_b	bezpečnostní doba	[s]
t_{m12}	vypočtený mezičas mezi fází 1 -> 2	[s]
t_{m21}	vypočtený mezičas mezi fází 2 -> 1	[s]
I	intenzita dopravy přepočtena na jednotková vozidla	[jvoz/h]
$S_{zakl(pruhu)}$	základní saturovaný tok řadičského pruhu	[jvoz/h]
S_{zakl}	základní saturovaný tok vjezdu	[jvoz/h]
s	podélný sklon vjezdu	[%]

a	podélný sklon stoupání	[%]
R	poloměr odbočení	[m]
f	podíl odbočujících vozidel z vjezdu	[-]
k_{skl}	koeficient sklonu	[-]
k_{obl}	vliv odbočování na saturovaný tok	[-]
S	saturovaný tok vjezdu	[jvoz/h]
y	stupeň saturace vjezdu	[-]
$\max y$	maximální stupeň saturace v každé fázi	[-]
Y	celkový stupeň saturace	[-]
l	ztrátový čas ve fázi,	[s]
L	celkový ztrátový čas za cyklus	[s]
C_{opt}	optimální cyklus	[s]
C	reálná délka cyklu	[s]
z	délka doby zelené pro kritický vjezd	[s]
z_z	zaokrouhlená délka doby zelené na celé sekundy	[s]
z'	efektivní zelená	[s]
K	kapacita vjezdu pro automobilovou dopravu	[jvoz/h]
R_{ez}	rezerva kapacity vjezdu pro automobilovou dopravu	[%]
l_{pruh}	délka řadícího pruhu	[m]
t_w	střední doba zdržení na vjezdu do řízené křižovatky	[s]

Obsah:

1. ÚVOD.....	2
2. MIMOÚROVŇOVÉ KŘÍŽOVATKY.....	3
2.1. SEZNÁMENÍ S MIMOÚROVŇOVÝMI KŘÍŽOVATKAMI	3
2.2. ZÁKLADNÍ DĚLENÍ MIMOÚROVŇOVÝCH KŘÍŽOVATEK	4
2.3. MIMOÚROVŇOVÁ KŘÍŽOVATKA MOST PIONÝRŮ.....	5
3. ANALYTICKÁ ČÁST.....	6
3.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	6
3.2. LOKACE KŘÍŽOVATKY	6
3.3. DOPRAVNĚ - INŽENÝRSKÝ PRŮZKUM.....	8
3.3.1. <i>Přepočet na denní intenzitu v běžný pracovní den</i>	11
3.3.2. <i>Přepočet na týdenní průměr denních intenzit</i>	13
3.3.3. <i>Přepočet na roční průměr denních intenzit [4]</i>	15
3.3.4. <i>Stanovení hodinové intenzity dopravy</i>	17
3.3.5. <i>Intenzita dopravy ŘSD</i>	18
3.3.6. <i>Vyhodnocení intenzit dopravy</i>	19
3.3.7. <i>Výhledové intenzity dopravy</i>	20
3.4. VYHODNOCENÍ DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI	21
3.4.1. <i>Město Ostrava</i>	21
3.4.2. <i>Jihovýchodní rampa - Most Pionýrů</i>	22
3.5. PROGNOZA VÝVOJE DOPRAVY, URBANISTICKÝCH A DEMOGRAFICKÝCH ZMĚN	26
4. VARIANTY NÁVRHU PŘESTAVBY KŘÍŽOVATKY	26
4.1. VARIANTA 1 – SSZ.....	27
4.1.1. <i>Výpočet světelně signalizačního plánu</i>	28
4.2. VARIANTA 3 – ÚPRAVA JÍZDNÍCH PRUHŮ 1	37
4.1. VARIANTA 2 – OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKA	38
5. POROVNÁNÍ A VYHODNOCENÍ	39
5.1. ODHAD NÁKLADŮ	39
5.2. PREDIKCE VÝVOJE DOPRAVNÍCH NEHOD	40
5.3. SROVNÁNÍ A DOPORUČENÍ VARIANTY K REALIZACI	41
6. ZÁVĚR	42

1. Úvod

Ostrava je třetí největší město v České republice a největší město Moravskoslezského kraje. Ostrava, se svými asi 306 tisíci obyvateli, zastává důležitý dopravní uzel Moravskoslezského kraje. V dnešní době prochází Ostravou ohromná síť dálnic, rychlostních silnic a silnic I. třídy.

Velké množství lidí z těchto důvodů dojíždí do Ostravy za prací z měst a vesnic vzdálených mnoho kilometrů. Tito lidé jsou ochotni místo přeplněné hromadné dopravy ve špičkách, obětovat větší množství peněz výměnou za pohodlné cestování v osobních automobilech, díky kterým nejsou vázáni na časový harmonogram jednotlivých linek. Toto je hlavním důvodem nárůstu počtu vozidel na komunikacích, které nejsou budovány pro tak velké intenzity, jež v dnešní době mnoho komunikací, ale hlavně křižovatek dosahuje.

Nevyhovující intenzity snižují bezpečnost komunikací a křižovatek. Snížená bezpečnost na komunikacích a křižovatkách ohrožuje veškeré účastníky silničního provozu, jež vede k velkému zvýšení dopravních nehod, a tím pádem k materiálním ztrátám přes zranění osob, až k obětem na životech. Všechny uvedené argumenty jsou příčinou zjišťování a prověřování kapacit stávajících úrovnových a mimoúrovňových křižovatek a následné navrhnutí variant a možností přestavby křižovatky, zvýšení množství jízdních prvků, změnou organizace dopravy. Díky těmto úpravám se snižuje nehodovost na křižovatkách a zvyšuje se tak bezpečnost všech účastníků silničního provozu.

Předmětem této bakalářské práce je návrh zvýšení bezpečnosti dopravy na křižovatce Českobratrská-jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské (Most Pionýrů). Jedná se o křižovatku mimoúrovňovou, ale jelikož rozsah bakalářské práce stanovuje řešení pouze pro jihovýchodní rampu, která se nachází v úrovnové oblasti, může se tato část křižovatky uvažovat jako křižovatka úrovnová styková.

Začátek bakalářské práce bude seznámení se s mimoúrovňovými křižovatkami, dále analytická část se zobrazením a lokací křižovatky, nehodovostí a vypočtenými intenzitami ze sčítání, výhledovými intenzitami a prognózou vývoje dopravy.

V další části budou navrženy dvě varianty návrhu přestavby křižovatky, které budou dále posouzeny z hlediska predikce vývoje dopravních nehod.

Poslední část se bude zabývat srovnáním jednotlivých variant, doporučení varianty k realizaci a odhadem nákladů na přestavbu.

2. Mimoúrovňové křižovatky

2.1. Seznámení s mimoúrovňovými křižovatkami

Mimoúrovňové křižovatky jsou křižovatky, které navzájem propojují pozemní komunikace v různých úrovních a tím snižují počet kolizních bodů.

Pro zajištění požadovaných kapacit křižovatky se mimoúrovňové křižovatky zřizují na veškerých dálnicích a rychlostních silnicích, kde zajišťují všechna křížení. Mimoúrovňové křižovatky se budují rovněž na místech s četnější intenzitou dopravy a na místech, která jejich realizaci vyhovují – z hlediska výškových poměrů. Místa, ve kterých se setkávají jednotlivé směry mimoúrovňových křižovatek, se nazývají rampy.



Obr. 1 - Mimoúrovňová křižovatka – Birmingham [11]

Na výkonnost mimoúrovňové křižovatky má vliv jak její geometrické řešení větví, tak i velikost zvolených poloměrů oblouků. Neměly by se proto vyskytovat malé poloměry bez přechodnic, rovněž je zapotřebí navazovat protisměrné kruhové oblouky přímo a dále vkládat mezi dva stejnosměrné oblouky krátkou mezi přímou přechodnici. Výše uvedené požadavky tak jednoznačně směřují k určení návrhu, kterému lze říkat „ideální mimoúrovňová

křižovatka“. Ideální mimoúrovňová křižovatka je pak taková křižovatka, která má vyřešeny všechny jízdní směry, má dostatečnou kapacitu a je bezpečná. Aby tyto požadavky byly splněny a vhodně skloubeny, záleží na volbě druhu a typu křižovatky, tj. jejím vhodném návrhu. Chybný návrh mimoúrovňové křižovatky většinou odhalí chování dopravního proudu, z kterého lze dobře rozpoznat její nedokonalá místa návrhu a použít tato poznání pro další nový a lepší návrh. [1]

2.2. Základní dělení mimoúrovňových křižovatek

Hlavním prvkem mimoúrovňové křižovatky je větev, což je jízdní pruh nebo pás, který propojuje pozemní komunikace v oblasti křižovatky. Druhy větví mimoúrovňových křižovatek mohou být přímé, polopřímé nebo vratné.

Nebezpečným místem na mimoúrovňové křižovatce je takzvaný křižný bod, což je místo, ve kterém křižovatka vypadá jako úrovňová a kde se křižují jednotlivé jízdní pruhy. Pro větší bezpečnost je vhodné vyloučit křižné body a využít křižovatky s průpletovými úseky, což je místo, kde dochází k průpletu jízdních proudů. Průjezd průpletovým úsekem je bezpečný, jelikož vozidla projíždějící tímto úsekem jedou vždy stejným směrem. Ovšem i toto řešení nevylučuje vznik dopravní nehody. Nejlepším řešením je mimoúrovňová křižovatka bez průpletových, úseků u které se nenacházejí křižné body ani průpletové úseky. Podle těchto vlastností se mimoúrovňové křižovatky dělí následovně:

Tabulka 1 - Dělení mimoúrovňových křižovatek [3]

Vzor	Typ (vzor)
s křižnými body (na méně významné komunikaci)	kosodélná jednovětвовá osmičková deltovitá
s průpletovými úseky (s vyloučením křižných bodů)	srdcovitá čtyřlístková trojlístková dvojlístková prstencovitá
bez průpletových úseků (ale s vratnými větvemi, křižné body vyloučeny)	trubkovitá trubkovitá sdružená trubkovitá dvojlístková
útvarová (bez křižných bodů, průpletů a vratných větví)	roztěpová spirálová turbínová hvězdicová

2.3. Mimoúrovňová křižovatka Most Pionýrů

Most Pionýrů zajišťuje hlavní dopravní spojení městských částí Slezská a Moravská Ostrava, které odděluje řeka Ostravice.

Silniční most musel být 3 krát stavěn, protože 2 krát vyletěl do povětří. Stávající Most Pionýrů ve Slezské Ostravě byl otevřen 30. Června 1986. Most byl postaven na území postiženém účinky poddolování. Tato rozsáhlá, půdorysně členitá mostní konstrukce je 680 m dlouhá a plocha mostovky má 19 200 čtverečních metrů.

Vlastní estakádu o jednadvaceti polích tvoří dva souběžné mosty. Jednotlivá pole nemají čtyřbodové, ale jen tříbodové podepření, které zaručuje, že poklesy nebo naklonění podpěr nevyvolají zvýšená napětí. Podpěry jsou ukotveny do hloubky 8 - 18 m do zvětralých pískovců. Konstrukcí polí mostu je most ojedinělý. [2]



Obr. 2- Most Pionýrů [12]

Most Pionýrů je mimoúrovňová křižovatka s křížnými body osmičkového typu (vzoru). Skládá se z pěti větví, dvou vratných (indirektních), umístěných na výjezdech ze silnice Českobratrské na ulici Bohumínskou a tří větví polopřímých (semidirektních).

3. Analytická část

3.1. Identifikační údaje

Název:	Návrh zvýšení bezpečnosti dopravy na křižovatce Českobratrská-jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské
Kraj:	Moravskoslezský
Místo:	Slezská Ostrava
Zadavatel:	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Vedoucí práce:	doc. Ing. Řezáč Miloslav, Ph.D.
Autor:	Miloš Přemysl

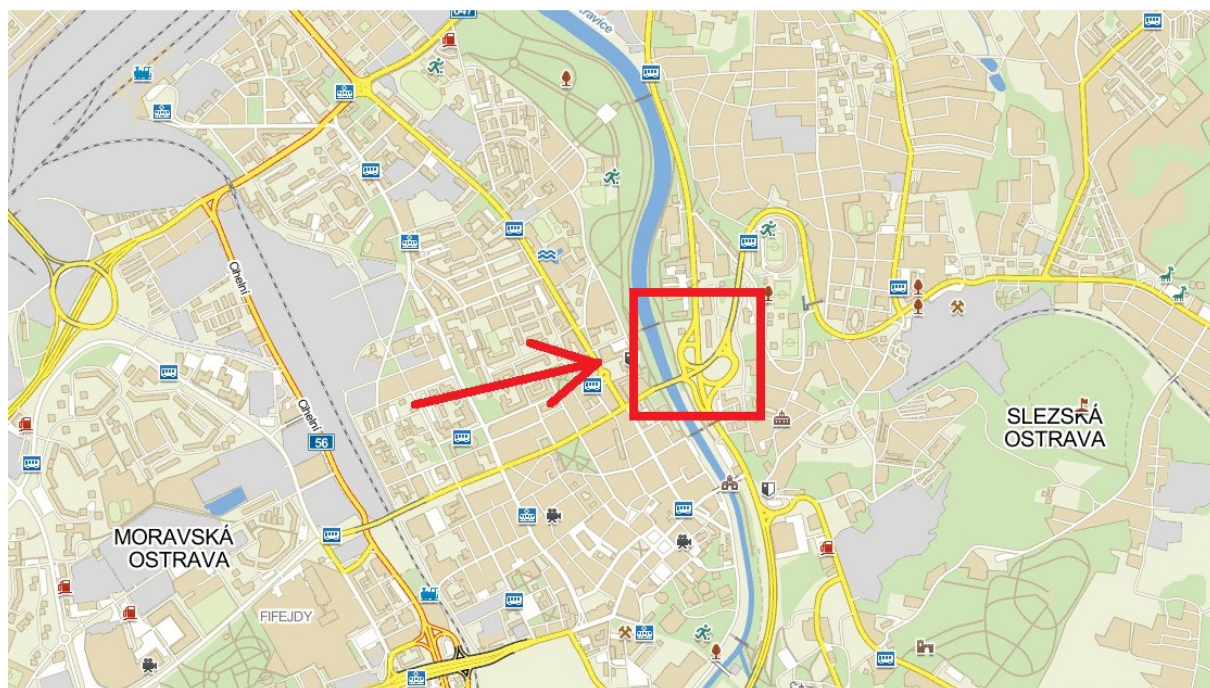
3.2. Lokace křižovatky

Zadaná mimoúrovňová křižovatka Českobratrská – Bohumínská se nalézá v Ostravě v městské části Slezská Ostrava

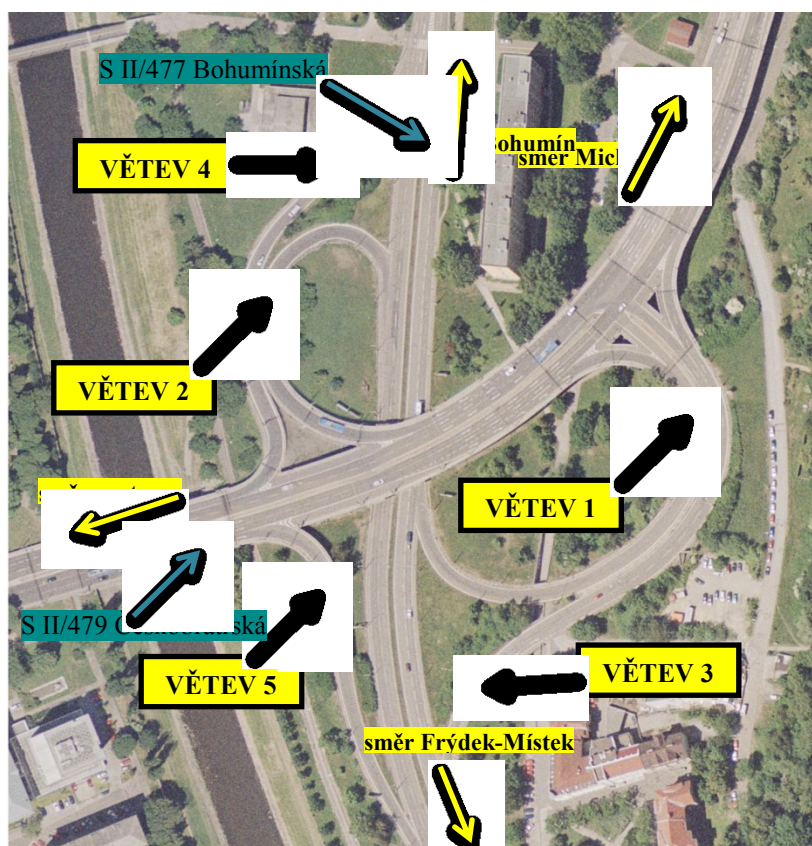
Silnice II. třídy Bohumínská -	S II/477 Ostrava - Frýdek - Baška (Bohumínská - Frýdecká)
Silnice II. třídy Českobratrská	S II/479 Poruba - Ostrava - Radvanice - Havířov (Opavská - 28. října- Českobratrská - Těšínská)

Řešený úsek - jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské, se nachází v úrovňové oblasti a jedná se v tomto místě o úrovňovou křižovatku stykovou. Hlavní komunikací je zde stanovena silnice S II/479 Českobratrská, jenž je dvoupruhová v obou směrech s přídavným pruhem odbočovacím. Šířky jízdních pruhů mají šířku 3,25 m. Návrhová rychlost je zde stanovena na 50 km/h. Semidirektní větev 3, (viz. Obr. 4), napojující se z silnice Bohumínské na tuto rampu, se rozšiřuje do dvou pruhů již po 60 m, na odbočovací pruh pro odbočení vlevo, který končí kolmým křížením se silnicí Českobratrskou a na odbočovací pruh pro odbočení vpravo, ze kterého se po připojení k silnici Českobratrské stává pruh připojovací

v celkové délce 130 m. Odbočovací pruh ze silnice Českobratrské, v délce 100 m, přechází ve vratnou (indirektní) větev 1, (viz. Obr. 4), na kterou se napojuje průpletovým úsekem komunikace pro odbočení vlevo z protějšího směru. Detailní zpracování je zakresleno na výkresu 1 – stávající stav.



Obr. 3 - Poloha mimoúrovňové křižovatky [13]



Obr. 4 - Letecký snímek s popisem křižovatky[13]

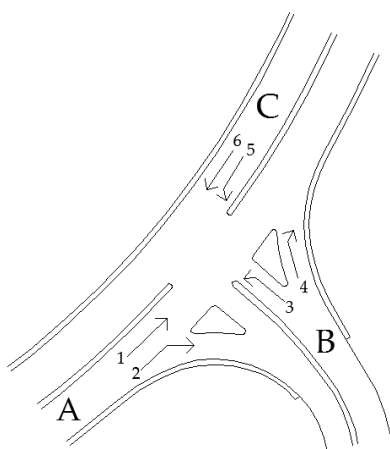
3.3. Dopravně - inženýrský průzkum

Pro posouzení stávajícího stavu a kapacity křižovatky a tím i bezpečnosti, která blíže souvisí s kapacitou křižovatky, na kterou byla křižovatka navrhovaná, je nutné znát intenzitu projížděné dopravy.

Pro vyhodnocení špičkové hodiny byl využit dopravní průzkum z roku 2009, který prováděly Ostravské komunikace a.s. (OKAS) a je zobrazen v příloze 1. Největších intenzit, tedy špičkové hodiny, dosahovala křižovatka podle zmíněného průzkumu od 7:00 do 8:00.

Ve špičkové hodině bylo provedeno vlastní sčítání pomocí přímé čárkovací metody po intervalech 15 minut. Dopravní průzkum byl proveden ve čtvrtek 14.3.2012. Obloha byla jasná, teplota 7°C rychlost větru 7km/h. V době sčítání zde neprobíhala žádná výjimečná aktivita a nedošlo k ničemu neobvyklému. Doprava zde byla plynulá, až na občasné výjimky při příjezdu autobusu z větve 1, který zbrzdil provoz při odbočování vlevo, směr do centra, vozidlům čekajícím za ním v koloně.

Na řešené jihovýchodní rampě jsem si označil ramena a dopravní proudy pro jednotlivé směry. Jednotlivou metodiku značení můžete vidět na Obr. 5



Obr. 6 - Metodika značení



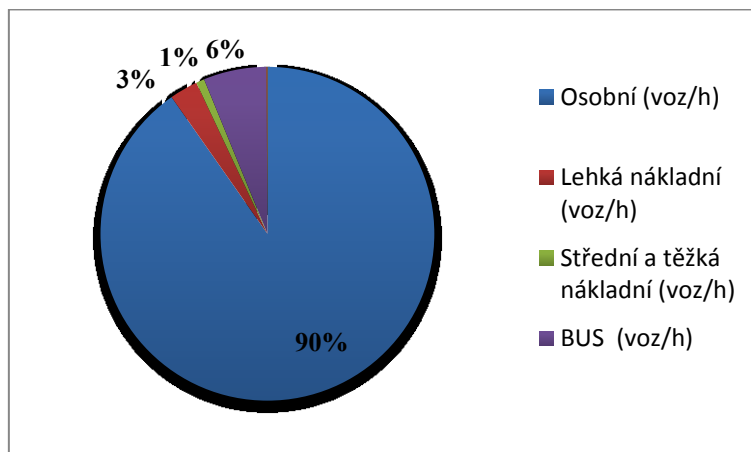
Obr. 5 - Jihovýchodní rampa - ptačí pohled [13]

Po provedení sčítání ve špičkové hodině, byly sečteny jednotlivé 15minutové intervaly a podle stanoveného značení byla vytvořena Tabulka 2, ve které je zapsán počet jednotlivých vozidel projetých křižovatkou za jednu hodinu v individuálních směrech. Z tabulky je zřetelně vidět zatíženosti jednotlivých ramen křižovatky a také velmi výrazná rozdílnost zatížení jednotlivých dopravních proudů. Celkový počet projetých vozidel za špičkovou hodinu křižovatkou je 1242.

Tabulka 2 - Intenzity dopravy ve špičkové hodině

Rameno	Směr	Osobní (voz/h)	Lehká nákladní (voz/h)	Střední a těžká nákladní (voz/h)	BUS (voz/h)	Motocykly (voz/h)	Cyklisté (voz/h)	Celkem (voz/h)
A	VA1 přímo	228	12	0	7	0	0	247
	VA2 vpravo	43	2	0	14	0	0	59
B	VB3 vlevo	323	7	0	8	0	0	338
	VB4 vpravo	44	5	5	19	0	0	73
C	VC5 vlevo	2	1	0	0	0	0	3
	VC6 přímo	482	7	5	28	0	0	522
SUMA								1242

Graf 1 - Procentuální zastoupení vozidel



Pro potřeby výpočtu maximální kapacity křižovatky jsou zaznamenaná vozidla přepočtena na tzv. jednotková vozidla, pomocí koeficientů uvedených v Tabulce 3.

Tabulka 3 - Doporučené přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu [3]

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ^a	Nákladní vozidla, autobusy ^b	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové bez SSZ	0,5	0,8	1,0	1,7	2,2
^a Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti ^b Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy					

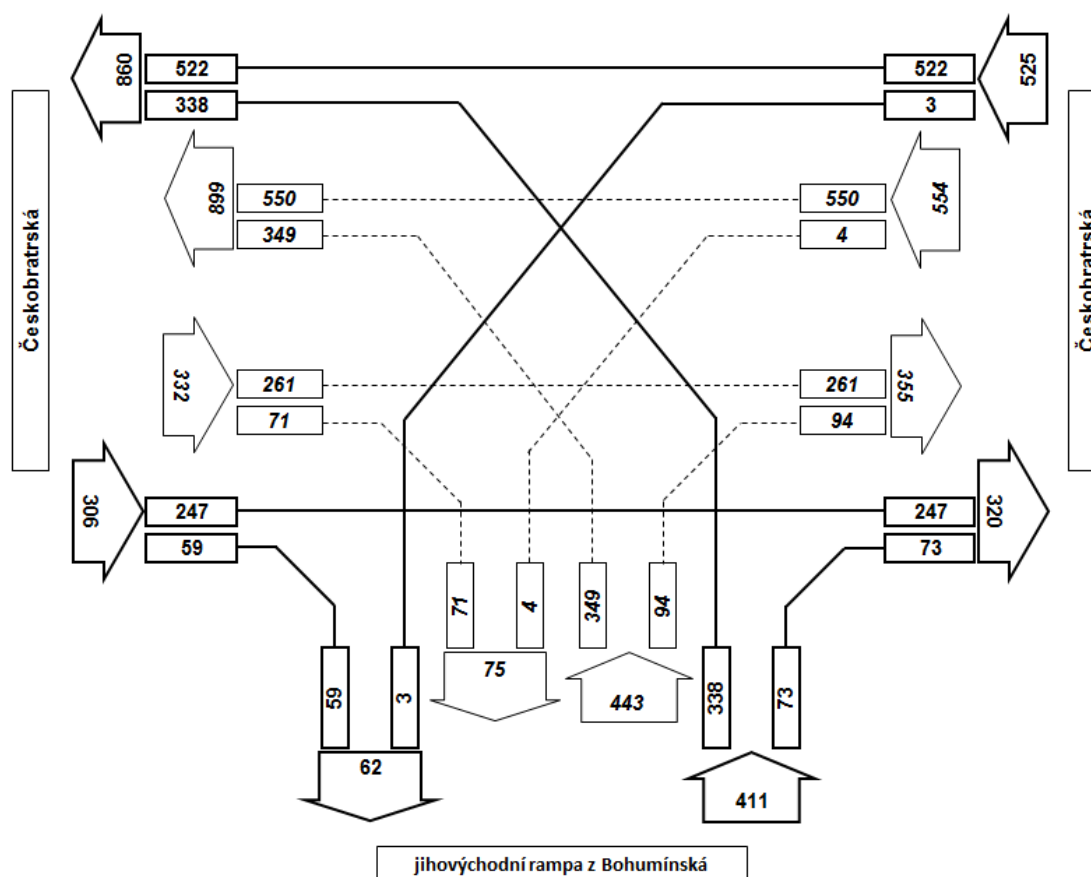
Tabulka 4 - Přepočet vozidel na jednotková vozidla

rameno	Směr	Vozidlo	Intenzita [voz/h]	koeficient	přepočet	zaokrouhleno	Celkem [jvoz/h]
A	A1 Přimo	Osobní	228	1	228	228	261
		Nákladní	19	1,7	32,3	33	
	A2 Vpravo	Osobní	43	1	43	43	71
		Nákladní	16	1,7	27,2	28	
B	B3 Vlevo	Osobní	323	1	323	323	349
		Nákladní	15	1,7	25,5	26	
	B4 Vpravo	Osobní	44	1	44	44	94
		Nákladní	29	1,7	49,3	50	
C	C5 Vlevo	Osobní	2	1	2	2	4
		Nákladní	1	1,7	1,7	2	
	C6 Přimo	Osobní	482	1	482	482	550
		Nákladní	40	1,7	68	68	

Suma jednotkových vozidel projetých křižovatkou = 1329 jvoz/h.

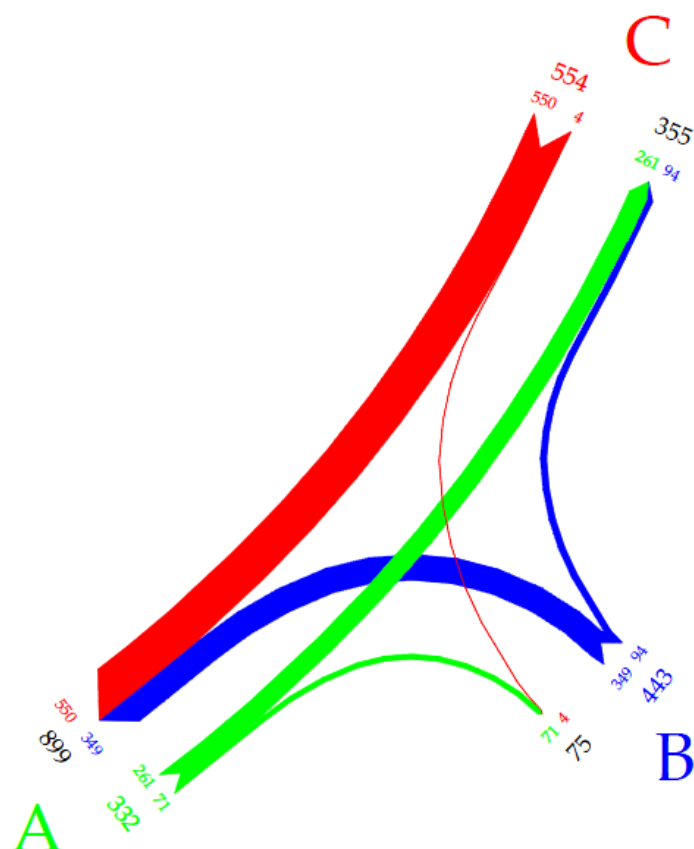
NÁZEV X NÁZEV: Českobratrská-jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské
ŠPIČKOVÁ HODINA: 7:00-8:00

DATUM : 14.3.2012
DEN : čtvrtek



DATUM VYHODNOCENÍ : 27.3.2012

Obr. 7 - Grafikon, špičkové hodiny 7:00 - 8:00, (vnitřní hodnoty jsou přepočty na jednotková vozidla)



Obr. 8 - Pentlogram špičkové hodiny 7:00 - 8:00, zaokrouhlená jednotková vozidla

3.3.1. Přepočet na denní intenzitu v běžný pracovní den

Stanovení denních intenzit běžného dne proběhlo podle TP 189 [4]. V souladu s touto technickou normou byl proveden výpočet, podle kterého byly stanoveny jednotlivé hodnoty koeficientů pro osobní, nákladní a vozidla celkem, v časovém období sčítání 7:00 – 8:00. Jelikož se řešená křižovatka skládá ze silnic II. třídy, budeme využívat charakteru provozu II – silnice II. a III. třídy. Autobusy a nákladní vozidla budou spojeny do jedné skupiny – nákladní vozidla.

Hodnoty p_i^d (podíl intenzity dané hodiny i na denní intenzitě dopravy) v procentech:

Osobní vozidla - $p_i^d = 6,12$ [%]

Nákladní vozidla - $p_i^d = 7,35$ [%]

Vozidla celkem - $p_i^d = 6,46$ [%]

Hodnoty přepočtových koeficientů $k_{m,d}$ pro libovolně určenou dobu průzkumu se určí pomocí vztahu:

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum p_i^d} \quad /1/$$

Osobní vozidla - $k_{m,d} = 16,34$

Nákladní vozidla - $k_{m,d} = 13,61$

Vozidla celkem - $k_{m,d} = 15,48$

Denní intenzita dopravy se určí pro jednotlivé druhy vozidel (případně pro vozidla celkem) podle vzorce:

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \text{ [voz/den]} \quad /2/$$

Rameno A - přímo (do ramene C):

Osobní vozidla $I_{d,o,AC} = I_m \cdot k_{m,d} = 228 \cdot 16,34 = 3726 \text{ [voz/den]}$

Nákladní vozidla $I_{d,n,AC} = I_m \cdot k_{m,d} = 19 \cdot 13,61 = 259 \text{ [voz/den]}$

Vozidla celkem $I_{d,C,AC} = I_m \cdot k_{m,d} = 247 \cdot 15,48 = 3824 \text{ [voz/den]}$

Rameno A - vpravo (do ramene B):

Osobní vozidla $I_{d,o,AB} = I_m \cdot k_{m,d} = 43 \cdot 16,34 = 703 \text{ [voz/den]}$

Nákladní vozidla $I_{d,n,AB} = I_m \cdot k_{m,d} = 16 \cdot 13,61 = 218 \text{ [voz/den]}$

Vozidla celkem $I_{d,C,AB} = I_m \cdot k_{m,d} = 59 \cdot 15,48 = 914 \text{ [voz/den]}$

Rameno B - vlevo (do ramene A):

Osobní vozidla $I_{d,o,BA} = I_m \cdot k_{m,d} = 323 \cdot 16,34 = 5278 \text{ [voz/den]}$

Nákladní vozidla $I_{d,n,BA} = I_m \cdot k_{m,d} = 15 \cdot 13,61 = 205 \text{ [voz/den]}$

Vozidla celkem $I_{d,C,BA} = I_m \cdot k_{m,d} = 338 \cdot 15,48 = 5233 \text{ [voz/den]}$

Rameno B - vpravo (do ramene C):

Osobní vozidla $I_{d,o,BC} = I_m \cdot k_{m,d} = 44 \cdot 16,34 = 719 \text{ [voz/den]}$

Nákladní vozidla $I_{d,n,BC} = I_m \cdot k_{m,d} = 29 \cdot 13,61 = 395 \text{ [voz/den]}$

Vozidla celkem $I_{d,C,BC} = I_m \cdot k_{m,d} = 73 \cdot 15,48 = 1131 \text{ [voz/den]}$

Rameno C - vlevo (do ramene B):

Osobní vozidla $I_{d,o,CB} = I_m \cdot k_{m,d} = 2 \cdot 16,34 = 33$ [voz/den]

Nákladní vozidla $I_{d,n,CB} = I_m \cdot k_{m,d} = 1 \cdot 13,61 = 14$ [voz/den]

Vozidla celkem $I_{d,C,CB} = I_m \cdot k_{m,d} = 3 \cdot 15,48 = 47$ [voz/den]

Rameno C - přímo (do ramene A):

Osobní vozidla $I_{d,o,CA} = I_m \cdot k_{m,d} = 482 \cdot 16,34 = 7876$ [voz/den]

Nákladní vozidla $I_{d,n,CA} = I_m \cdot k_{m,d} = 40 \cdot 13,61 = 545$ [voz/den]

Vozidla celkem $I_{d,C,CA} = I_m \cdot k_{m,d} = 522 \cdot 15,48 = 8081$ [voz/den]

3.3.2. Přepočet na týdenní průměr denních intenzit

Díky přepočtu na denní intenzity, můžeme dle TP 189 stanovit přepočet na průměr týdenních intenzit. Silnice II. třídy zde splňuje charakter provozu H – hospodářský.

Komunikace využívaná převážně pro pravidelné cesty do zaměstnání a škol, pro cesty v pracovní dny. O víkendech je provoz výrazně nižší. [4]

Hodnoty p_i^t (podíl denní intenzity dopravy dne průzkumu i na týdenním průměru denních intenzit dopravy v procentech:

Osobní vozidla - $p_i^t = 102,9$

Nákladní vozidla - $p_i^t = 123,4$

Vozidla celkem - $p_i^t = 104,8$

Hodnoty přepočtových koeficientů $k_{d,t}$ jsou stanoveny v závislosti na druhu vozidla a charakteru provozu na komunikaci a určí se pomocí vztahu:

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^t} \quad /3/$$

Osobní vozidla – $k_{d,t} = 0,97$

Nákladní vozidla – $k_{d,t} = 0,81$

Vozidla celkem – $k_{d,t} = 0,95$

Týdenní průměr denních intenzit dopravy se určí podle vzorce:

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} [\text{voz/den}]$$

/4/

Rameno A - přímo (do ramene C):

Osobní vozidla $I_{t,o,AC} = I_d \cdot k_{d,t} = 3726 \cdot 0,97 = 3614 [\text{voz/den}]$

Nákladní vozidla $I_{t,n,AC} = I_d \cdot k_{d,t} = 259 \cdot 0,81 = 210 [\text{voz/den}]$

Vozidla celkem $I_{t,C,AC} = I_d \cdot k_{d,t} = 3824 \cdot 0,95 = 3633 [\text{voz/den}]$

Rameno A - vpravo (do ramene B):

Osobní vozidla $I_{t,o,AB} = I_d \cdot k_{d,t} = 703 \cdot 0,97 = 682 [\text{voz/den}]$

Nákladní vozidla $I_{t,n,AB} = I_d \cdot k_{d,t} = 218 \cdot 0,81 = 177 [\text{voz/den}]$

Vozidla celkem $I_{t,C,AB} = I_d \cdot k_{d,t} = 914 \cdot 0,95 = 868 [\text{voz/den}]$

Rameno B - vlevo (do ramene A):

Osobní vozidla $I_{t,o,BA} = I_d \cdot k_{d,t} = 5278 \cdot 0,97 = 5120 [\text{voz/den}]$

Nákladní vozidla $I_{t,n,BA} = I_d \cdot k_{d,t} = 205 \cdot 0,81 = 166 [\text{voz/den}]$

Vozidla celkem $I_{t,C,BA} = I_d \cdot k_{d,t} = 5233 \cdot 0,95 = 4971 [\text{voz/den}]$

Rameno B - vpravo (do ramene C):

Osobní vozidla $I_{t,o,BC} = I_d \cdot k_{d,t} = 719 \cdot 0,97 = 698 [\text{voz/den}]$

Nákladní vozidla $I_{t,n,BC} = I_d \cdot k_{d,t} = 395 \cdot 0,81 = 320 [\text{voz/den}]$

Vozidla celkem $I_{t,C,BC} = I_d \cdot k_{d,t} = 1131 \cdot 0,95 = 1074 [\text{voz/den}]$

Rameno C - vlevo (do ramene B):

Osobní vozidla $I_{t,o,CB} = I_d \cdot k_{d,t} = 33 \cdot 0,97 = 32 [\text{voz/den}]$

Nákladní vozidla $I_{t,n,CB} = I_d \cdot k_{d,t} = 14 \cdot 0,81 = 12 [\text{voz/den}]$

Vozidla celkem $I_{t,C,CB} = I_d \cdot k_{d,t} = 47 \cdot 0,95 = 45 [\text{voz/den}]$

Rameno C - přímo (do ramene A):

$$\text{Osobní vozidla} \quad I_{t,o,CA} = I_d \cdot k_{d,t} = 7876 \cdot 0,97 = 7640 \text{ [voz/den]}$$

$$\text{Nákladní vozidla} \quad I_{t,n,CA} = I_d \cdot k_{d,t} = 545 \cdot 0,81 = 441 \text{ [voz/den]}$$

$$\text{Vozidla celkem} \quad I_{t,C,CA} = I_d \cdot k_{d,t} = 8081 \cdot 0,95 = 7677 \text{ [voz/den]}$$

3.3.3. Přepočet na roční průměr denních intenzit [4]

K přepočtu ročního průměru denních intenzit využijeme předem vypočteného týdenního průměru denních intenzit.

Hodnoty p_i^r (podíl denní intenzity dopravy měsíce průzkumu i v roce na ročním průměru denních intenzit dopravy v procentech:

$$\text{Osobní vozidla} - p_i^r = 99,2 \text{ [%]}$$

$$\text{Nákladní vozidla} - p_i^r = 102,2 \text{ [%]}$$

$$\text{Vozidla celkem} - p_i^r = 99,2 \text{ [%]}$$

Hodnoty přepočtových koeficientů $k_{t,RPDI}$ jsou stanoveny v závislosti na druhu vozidla a charakteru provozu na komunikaci (zohlednění ročních variací intenzit dopravy) a určí se pomocí vztahu:

$$k_{t,RPDI} = \frac{100\%}{p_i^r} \quad /5/$$

$$\text{Osobní vozidla} - k_{t,RPDI} = 1,01$$

$$\text{Nákladní vozidla} - k_{t,RPDI} = 0,98$$

$$\text{Vozidla celkem} - k_{t,RPDI} = 1,01$$

Roční průměr denních intenzit dopravy (RPDI) se určí podle vzorce:

$$RPDI = I_t \cdot k_{t,RPDI} \text{ [voz/den]} \quad /6/$$

Rameno A - přímo (do ramene C):

Osobní vozidla $RPDI_{o,AC} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 3614 \cdot 1,01 = 3651$ [voz/den]

Nákladní vozidla $RPDI_{n,AC} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 210 \cdot 0,98 = 206$ [voz/den]

Vozidla celkem $RPDI_{C,AC} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 3633 \cdot 1,01 = 3670$ [voz/den]

Rameno A - vpravo (do ramene B):

Osobní vozidla $RPDI_{o,AB} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 682 \cdot 1,01 = 689$ [voz/den]

Nákladní vozidla $RPDI_{n,AB} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 177 \cdot 0,98 = 174$ [voz/den]

Vozidla celkem $RPDI_{C,AB} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 868 \cdot 1,01 = 877$ [voz/den]

Rameno B - vlevo (do ramene A):

Osobní vozidla $RPDI_{o,BA} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 5120 \cdot 1,01 = 5172$ [voz/den]

Nákladní vozidla $RPDI_{n,BA} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 166 \cdot 0,98 = 163$ [voz/den]

Vozidla celkem $RPDI_{C,BA} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 4971 \cdot 1,01 = 5021$ [voz/den]

Rameno B - vpravo (do ramene C):

Osobní vozidla $RPDI_{o,BC} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 698 \cdot 1,01 = 705$ [voz/den]

Nákladní vozidla $RPDI_{n,BC} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 320 \cdot 0,98 = 314$ [voz/den]

Vozidla celkem $RPDI_{C,BC} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 1074 \cdot 1,01 = 1085$ [voz/den]

Rameno C - vlevo (do ramene B):

Osobní vozidla $RPDI_{o,CB} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 32 \cdot 1,01 = 33$ [voz/den]

Nákladní vozidla $RPDI_{n,CB} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 12 \cdot 0,98 = 12$ [voz/den]

Vozidla celkem $RPDI_{C,CB} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 45 \cdot 1,01 = 46$ [voz/den]

Rameno C - přímo (do ramene A):

Osobní vozidla $RPDI_{o,CA} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 7640 \cdot 1,01 = 7717$ [voz/den]

Nákladní vozidla $RPDI_{n,CA} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 441 \cdot 0,98 = 433$ [voz/den]

Vozidla celkem $RPDI_{C,CA} = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 7677 \cdot 1,01 = 7754$ [voz/den]

3.3.4. Stanovení hodinové intenzity dopravy

Posuzování kapacit pozemních komunikací se provádí na hodinovou intenzitu dopravy. Tato intenzita je definována dvěma způsoby. Jako padesátirázová intenzita silničního provozu pro silnice, dálnice a veřejně přístupné účelové komunikace ve volné krajině (viz ČSN 73 6101). Druhým způsobem je intenzita špičkové hodiny stanovená přepočtem, podle denního rozdělení intenzit pro místní komunikace a veřejně přístupné účelové komunikace v zastavěném i nezastavěném území obcí a pro průjezdní úseky silnic v zastavěném území obcí (viz ČSN 736110). [4]

Řešená křižovatka spadá do druhého způsobu řešení, jedná se zde o průjezdní úsek silnic v zastavěném území obcí, a proto bude hodinová intenzita dopravy stanovena jako intenzita špičkové hodiny stanovená z ročního průměru denních intenzit pomocí vzorce:

$$I_{sh} = RPD I \cdot k_{RPDI,sh} \text{ [voz/hod]} \quad /7/$$

Výpočet se provádí pro vozidla celkem, skladba dopravního proudu se zjednodušeně uvažuje shodná se skladbou zjištěnou pro roční průměr denních intenzit (RPDI). Hodnota koeficientu k_{RPDI} je stanovena podle charakteru provozu na komunikaci dle TP 189, pro charakter provozu II. je stanoven koeficient $k_{RPDI,sh} = 0,082$.

Tabulka 5 - Výpočet intenzity špičkové hodiny

Rameno	do ramene	RPDI _c	$k_{RPDI,sh}$	I_{sh} [voz/hod]
A	C	3670	· 0,082 =	301
	B	877	· 0,082 =	72
B	A	5021	· 0,082 =	412
	C	1085	· 0,082 =	89
C	B	46	· 0,082 =	4
	A	7754	· 0,082 =	636
suma				1514

Hodnota hodinové intenzity dopravy pro celou úrovnovou stykovou křižovatku (jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské) je shodná s hodnotou intenzity špičkové hodiny.

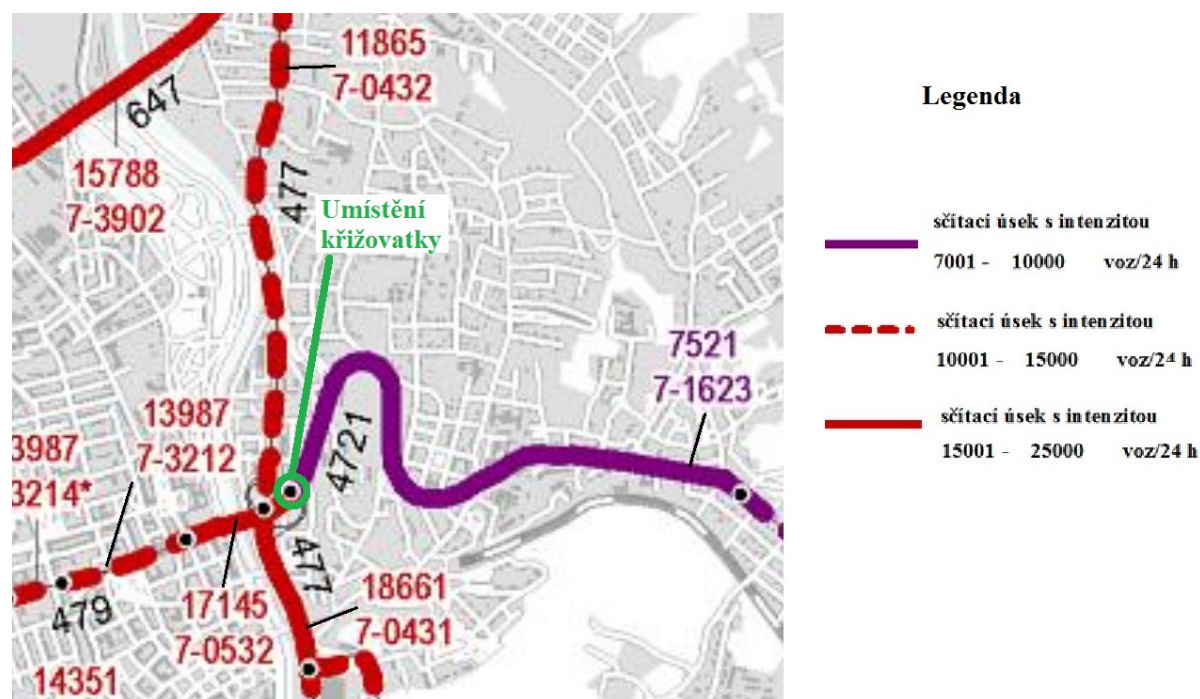
$$I_h = I_{sh} = 1514 \text{ [voz/hod]} \quad /8/$$

3.3.5. Intenzita dopravy ŘSD

V roce 2005 a 2010 proběhlo celorepublikové sčítání intenzit dopravy, které provádělo ředitelství silnic a dálnic ČR. Pro porovnání a představu intenzit dopravy silniční sítě v okolí řešené křižovatky je tento RPDÍ z celorepublikového sčítání uveden v Tabulce 5,6 a dále pak na Obr. 7, kde je barevně znázorněn.

Tabulka 6 – Roční průměr denních intenzit dopravy ŘSD 2010 [6]

číslo silnice	sčítací úsek	těžká vozidla	lehká vozidla (osobní vozidla + motocykly)	celkem vozidla	začátek úseku	konec úseku
		voz/24h	voz/24h	voz/24h		
4721	7-1623	790	6731	7521	vyús.z 477	vyús.MK - ul. Heřmanická
479	7-0532	1514	15631	17145	x s MK - Sokolská tř.	mimoúrov. x s 477 - ul. Bohumínská
477	7-0431	3490	15171	18661	mimoúrov. x s 479 a 4721ul.Českostratr	vyús.479 ul. Těšínská
477	7-0432	2110	9755	11865	vyús.z 647	MÚK s 479 a 4721 ul.Českostratrská



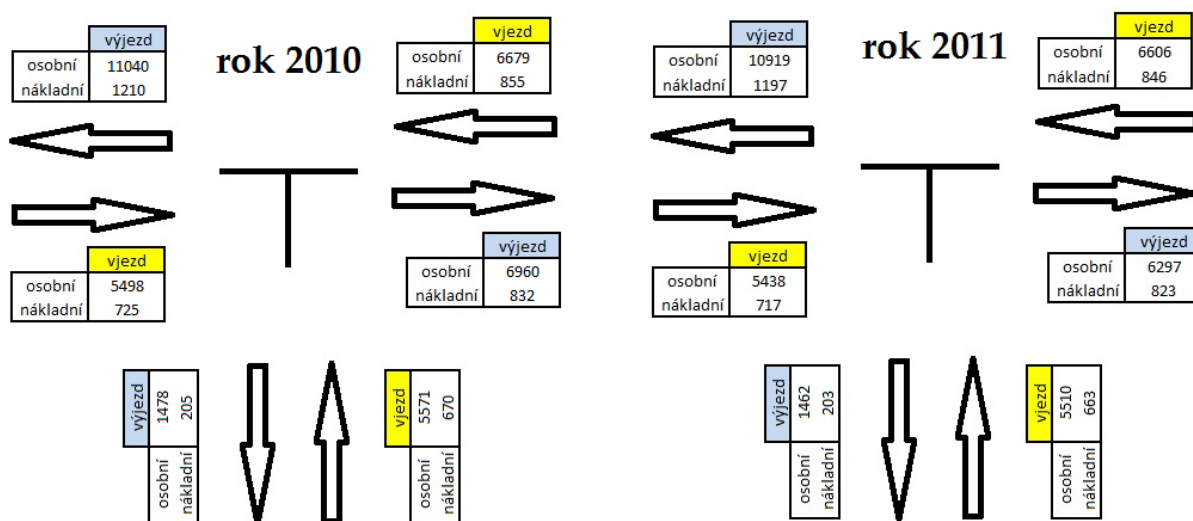
Obr. 9 - Grafické znázornění RPDÍ, ŘSD 2010 [6]

Tabulka 7 – Roční průměr denních intenzit dopravy ŘSD 2005 [6]

číslo silnice	sčítací úsek	těžká vozidla	lehká vozidla (osobní vozidla + motocykly)	celkem vozidla	začátek úseku	konec úseku
		voz/24h	voz/24h	voz/24h		
4721	7-1623	1334	9451	10785	vyús.z 477	vyús.MK - ul. Heřmanická
479	7-0532	2547	18012	20559	x s MK - Sokolská tř.	mimoúrov. x s 477 - ul. Bohumínská
477	7-0431	5511	17735	23246	mimoúrov. x s 479 a 4721 ul.Českoobrtr	vyús.479 ul. Těšínská
477	7-0432	4195	8392	12587	vyús.z 647	MÚK s 479 a 4721 ul.Českoobrtrská

3.3.6. Vyhodnocení intenzit dopravy

Zadáním bakalářské práce je vyhodnocení intenzit dopravy v délce minimálně 3 let. K provedení tohoto vyhodnocení je zapotřebí porovnat intenzity dopravy za jednotlivé roky 2009, 2010, 2011. Intenzity dopravy za rok 2009, které poskytly Ostravské komunikace, a.s. je v příloze 1. V roce 2010 ani v roce 2011 neprováděly Ostravské komunikace a.s., reálné sčítání dopravy na křižovatce Českoobrtrská-jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské (Most Pionýrů). Proto lze získat přehled intenzit jedině přepočtem získané intenzity na jejích ramenech. Ovšem u tohoto výpočtu nemusí souhlasit vjezdy vozidel s výjezdy vozidel. Na Obr. 10 jsou znázorněny vjezdy a výjezdy vozidel do řešeného úrovněového křížení křižovatky pro rok 2010 a 2011, získané od Ostravských komunikací a.s..



Obr. 10 - Vjezdy a výjezdy úseku Českoobrtrská-jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské 2010, 2011 [8]

V následující Tabulce 8, jsou zobrazeny vjezdy a výjezdy vozidel pro rok 2009 – 2011. Hodnoty pro rok 2009 jsou vzaty z reálného sčítání dopravních intenzit, které uskutečnily Ostravské komunikace a.s. viz příloha 1. Hodnoty vjezdů a výjezdů pro rok 2010 a 2011 je proveden součtem jednotlivých vjezdů a výjezdů směrů v křižovatce, získané přepočtem intenzit na jejich ramenech. [8]

Tabulka 8 - Vjezdy a výjezdy 2009-2011

		2009	2010	2011
vjezdy	osobní	19652	17748	17554
	nákladní	1767	2250	2226
výjezdy	osobní	19652	19478	18678
	nákladní	1767	2247	2223

3.3.7. Výhledové intenzity dopravy

Stanovení výhledové intenzity špičkové hodiny pro rok 2040 je zde stanoveno pomocí metody jednotného koeficientu růstu. Přepočtové koeficienty růstu jsou stanoveny na základě přílohy 2 - Výhledové koeficienty růstu dopravy pro období 2005 – 2040 pro pozemní komunikace, který je stanoven na základě výsledků celostátního sčítání dopravy v r. 2005. [6]

Koeficienty přepočtů pro rok 2040 byly stanoveny:

osobní - $k_{2040} = 1,364$

těžká - $k_{2040} = 1,098$

celkem - $k_{2040} = 1,312$

Výpočet výhledové intenzity pro celkový počet vozidel jednotlivých dopravních proudů v roce 2040 je proveden podle vzorce /9/, který je odvozen z TP 189 s využitím přepočtového koeficientu pro vozidla celkem $k_{2040} = 1,312$. [4]

$$I_{sh,2040} = I_{sh,2012} \cdot k_{2040} \quad [\text{voz/hod}] \quad /9/$$

Tabulka 9 - Výhledový intenzita špičkové hodiny pro rok 2040

Rameno	do ramene	$I_{sh,2012}$ [voz/hod]	k_{2040}	$I_{sh,2040}$ [voz/hod]
A	C	301	$\cdot 1,312 =$	395
	B	72	$\cdot 1,312 =$	95
B	A	412	$\cdot 1,312 =$	541
	C	89	$\cdot 1,312 =$	117
C	B	4	$\cdot 1,312 =$	6
	A	636	$\cdot 1,312 =$	835
suma				1989

Výhledová intenzita špičkové hodiny pro celou křižovatku činí 1989 vozidel za hodinu. Podle ČSN 736102 je stanovena maximální hodinová kapacita neřízené stykové křižovatky 1 500 - 2 000 [voz/hod] a maximální celodenní kapacita 18 000 – 24 000 [voz/den]. Výsledkem je tedy zjištění, že stávající hodinová kapacita křižovatky 1514 [voz/hod] a taky výhledová kapacita 1989 [voz/hod], vyhoví stávajícímu stavu, jelikož kapacitu křižovatky nepřesáhla a můžeme tvrdit, že ji v roce 2040 ani nepřesáhne.

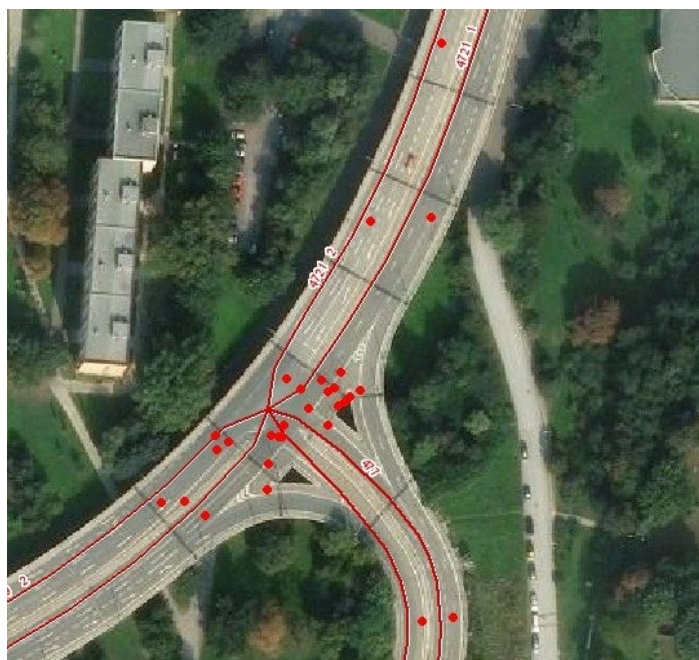
3.4. Vyhodnocení dopravní nehodovosti

3.4.1. Město Ostrava

Ve městě Ostrava se v období od 1.1.2007 do 17.4.2012 stalo celkem 19 345 nehod [7]. Po přepočtu vzniklých nehod za toto období na jednotlivé dny zjistíme, že se na tomto území Moravskoslezského kraje stalo průměrně 10 nehod denně. Cílem veškerých dopravních institutů je co největší eliminace nehod na komunikacích a křižovatkách. K největšímu počtu dopravních nehod dochází právě na křižovatkách, protože obsahují kolizní body, ve kterých se jednotlivé směry protínají. Ochranou jak zajistit bezpečnější dopravu na pozemních komunikacích je budovat křižovatky s dobrým rozhledem, které budou přehledné, bezpečné pro průjezd vozidel a u kterých budou střetné a kolizní body co nejvíce eliminovány.

3.4.2. Jihovýchodní rampa - Most Pionýrů

Na úrovňové části (křížení jihovýchodní rampy z ulice Bohumínské s Českobratrskou) mimoúrovňové křižovatky Mostu Pionýrů se v období od 1.1.2007 do 17.4.2012 stalo 30 nehod. Poloha těchto nehod na křižovatce je zobrazena na Obr. 10. Žádná z těchto nehod si nevyžádala lidské oběti a pouze u 9 nehod byl někdo lehce zraněn. Ostatních 21 nehod způsobilo pouze hmotnou škodu na majetku. Kromě čtyř případů, u kterých nehodu způsobil řidič, který se srazil s pevnou překážkou - v tomto případě zábradlí, se nehoda stala mezi dvěma nekolejovými vozidly. 5 nehod z celkových 30 vzniklo zaviněním řidiče nákladního vozidla, který se ve třech případech plně nevěnoval řízení vozidla a ve dvou případech zavinil nehodu, když pokračoval v jízdě proti příkazu dopravní značky, dej přednost v jízdě. Jedna nehoda na tomto úseku nebyla zaviněna řidičem, ale byla zaviněna závadou komunikace. U žádné nehody nebyl prokázán vliv alkoholu.

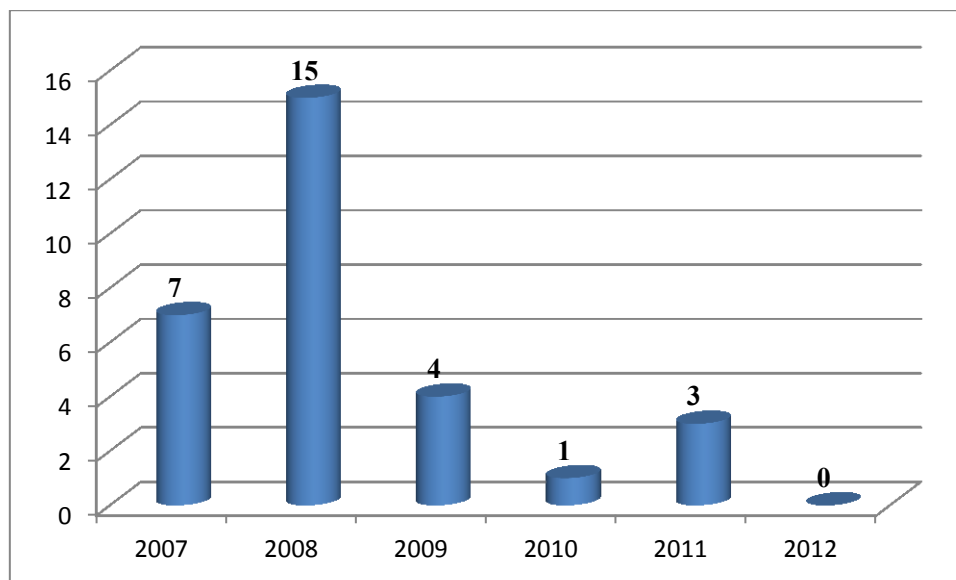


Obr. 11 - Poloha dopravních nehod 2007-2012 [7]

Na grafu č. 2 je znázorněn vývoj dopravní nehodovosti v jednotlivých letech. Lze zde pozorovat zjevný úbytek dopravní nehodovosti. Není to z důvodu uskutečnění bezpečnostních opatření zavedených na křižovatce, jelikož žádné změny na křižovatce neproběhly. Snížení dopravní nehodovosti zjevné z tohoto grafu, které výrazně nastalo v roce 2009 je způsobeno změnou zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích s platností

od 1.1.2009, ve kterém se změnila povinnost ohlašování nehod bez zranění policii při škodě do limitu z dřívějších 50 000 Kč na 100 000 Kč. Tím pádem, že došlo k tak výrazné změně, ukazuje graf od roku 2009 menší počet nehod, než které se staly vzhledem k roků dřívějším.

Graf 2 - Vývoj dopravních nehod 2007-2012



V příložené Tabulce 8 a Tabulce 9 jsou vypsané jednotlivé nehody a jejich přesné specifikace, které se na křižovatce staly v roce 2007-2012. Je zde uveden u každé nehody přesný datum a čas kdy k nehodě došlo a co bylo její hlavní příčinou vzniku a k jakému druhu srážky došlo.

Tabulka 10 - Dopravní nehody 2007 [7]

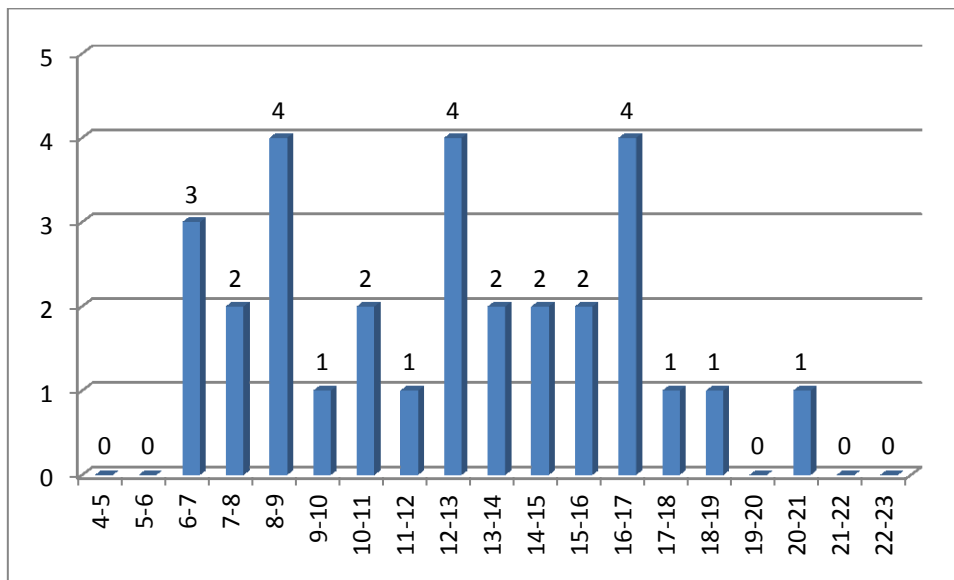
č. neh.	datum	den	čas	druh srážky	hlavní příčina	lehce zraněno osob	stav povrchu vozovky
1	13.3.2007	úterý	16:30	boční	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	0	povrch suchý, neznečištěný
2	4.11.2007	neděle	12:05	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch mokrý
3	5.4.2007	čtvrtek	12:00	zezadu	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	0	povrch suchý, neznečištěný
4	16.6.2007	sobota	6:10	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	1	povrch suchý, neznečištěný
5	16.6.2007	sobota	6:45	čelní	nepř. rychlosti dopravně technickému stavu vozovky	0	povrch suchý, neznečištěný
6	24.9.2007	pondělí	8:00	zezadu	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	0	povrch suchý, neznečištěný
7	14.12.2007	pátek	15:10	boční	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	3	na vozovce je náledí, ujetý sníh - posypané

Tabulka 11 - Dopravní nehody 2008 - 2012 [7]

č. neh.	datum	den	čas	druh srážky	hlavní příčina	lehce zraněno osob	stav povrchu vozovky
8	25.2.2008	pondělí	18:10	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	1	povrch suchý, neznečištěný
9	16.3.2008	neděle	20:05	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	2	povrch mokrý
10	2.4.2008	středa	14:45	boční	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	0	povrch mokrý
11	23.6.2008	pondělí	11:35	boční	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch suchý, neznečištěný
12	23.6.2008	pondělí	17:30	čelní	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch suchý, neznečištěný
13	10.9.2008	středa	8:15	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch suchý, neznečištěný
14	6.10.2008	pondělí	13:50	boční	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch suchý, neznečištěný
15	20.10.2008	pondělí	14:35	-	chyby při udání směru jízdy	0	povrch suchý, neznečištěný
16	29.10.2008	středa	12:20	boční	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch suchý, neznečištěný
17	14.11.2008	pátek	13:45	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch suchý, neznečištěný
18	24.11.2008	pondělí	8:55	boční	vozidlu přijíždějícímu zprava	0	povrch mokrý
19	2.12.2008	úterý	7:55	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch suchý, neznečištěný
20	2.12.2008	úterý	10:50	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	1	povrch suchý, neznečištěný
21	4.12.2008	čtvrtek	15:20	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	2	povrch suchý, neznečištěný
22	9.12.2008	úterý	8:10	-	nepř. rychlosti stavu vozovky	0	na vozovce je náledí, ujetý sníh - neposypané
23	14.1.2009	středa	10:10	čelní	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch mokrý
24	22.2.2009	neděle	12:05	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch mokrý
25	23.6.2009	úterý	7:15	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	0	povrch mokrý
26	6.8.2009	čtvrtek	16:25	zezadu	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	1	povrch suchý, neznečištěný
27	21.5.2010	pátek	16:45	-	nezaviněná řidičem	0	povrch mokrý
28	24.7.2011	neděle	16:45	-	nepř. rychlosti dopravně technickému stavu vozovky	0	povrch suchý, neznečištěný
29	22.8.2011	pondělí	9:45	boční	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	1	povrch suchý, neznečištěný
30	25.8.2011	čtvrtek	6:50	z boku	proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	1	povrch suchý, neznečištěný

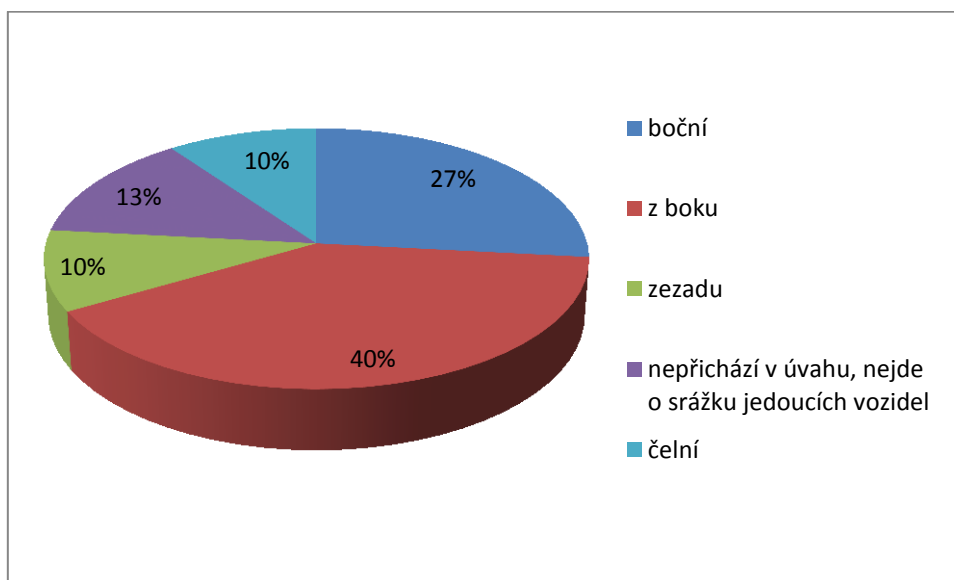
Na grafu č. 3 je znázorněn, počet nehod v závislosti na denní době, v které se dopravní nehody staly. Z grafu lze vyčíst nejčastější počet nehod v době 8:00-9:00, 12:00 – 13:00 a 16:00 – 17:00

Graf 3- Počet nehod v závislosti na čase



Graf č. 4 zobrazuje procentuální zastoupení druhu srážky vozidel. Nejvíce zastoupeným druhem srážky vozidel zde je náraz z boku.

Graf 4 - Procentuální zastoupení druhu srážky



Z rozboru stávajícího stavu vzniku dopravních nehod na křižovatce vychází, že 20 nehod z celkových 30 je způsobeno nedáním přednosti v jízdě z vedlejší komunikace, rameno B.

3.5. Prognóza vývoje dopravy, urbanistických a demografických změn

Prognóza vývoje dopravy, urbanistických a demografických změn je plně spjata s velikostí intenzity dopravy, příbytkem nebo úbytkem obyvatel a budoucích změn v územním plánu obce, což zahrnuje výstavbu, změnu nebo odstranění stavebních objektů.

V okolí řešené křižovatky není plánována žádná nová výstavba objektů, které by měly vliv na změnu intenzit dopravy, jako jsou například supermarkety. Z urbanistického hlediska představuje Ostrava typ nespojitého, složitého, vysoce organizovaného městského systému. V současné době dochází ke stagnaci či snížení aktuální intenzity urbanizace, a to z důvodu ubývání a migraci obyvatel, zaznamenané v předešlých letech. Při posouzení výhledových intenzit dopravy a přihlédnutím k urbanistickým a demografickým budoucím změnám, můžeme předpokládat vývoj dopravy stagnující, až se snižující se tendencí.

4. Varianty návrhu přestavby křižovatky

Úkolem bakalářské práce je zpracovat návrh stavebně technických a dopravně inženýrských úprav, jejichž cílem bude eliminace výskytu dopravních nehod při zajištění dostatečné kapacity daného uzlu. Níže jsou uvedeny jednotlivé varianty pro zvýšení bezpečnosti na křižovatce. Cílem je odstranit nebo zmenšit působení zjištěných problémů, aniž by vznikly problémy nové další.

Přehled problémů:

- značně intenzivní dopravní proud na hlavní komunikaci způsobuje dlouhou čekací dobu vozidel z vedlejší silnice odbočujících vlevo, kde dochází k seskupení vozidel čekajících za sebou, díky kterým se u řidičů mohou objevovat známky netrpělivosti
- poměrně velká relativní nehodovost

4.1. Varianta 1 – SSZ

Záměrem této varianty je navrhnout křižovatku řízenou světelně signalizačním zařízením. Hlavním výstupem výpočtu je signální plán pro řízení provozu v křižovatce. Kapacita světelně řízených křižovatek dosahuje 3 000 – 6 400 voz/h. Intenzita dopravy ve špičkové hodině u řešené křižovatky činí 1 514 voz/h. Výhledová intenzita ve špičkové hodině byla stanovena výpočtem na 1989 voz/h pro rok 2040.

Cílem návrhu bylo provést úpravy organizace a řízení s minimálním rozsahem stavebních úprav na dané křižovatce. Jelikož jde na úrovňové křížení mimoúrovňové křižovatky na mostě, tak šířkové poměry obou komunikací byly ponechány.

Na rameni A ve směru A1 směr přímo (silnice Českobratrská) byla vytvořena příčná čára souvislá (č. V 5) vzdálena 11,5 m od vodícího proužku vedlejší komunikace. Stožár se svislou dopravní značkou byl posunut o 3 m směrem k ramenu A2. 2 m od příčné čáry souvislé byl umístěn stožár a na něm hlavní návěstidlo se směrovým signálem přímo VA1 a dále opakovací návěstidlo VA1' na výložníku v délce 6 m. Ve směru A2 (odbočovací pruh ze silnice Českobratrské na silnici Bohumínskou) bylo umístěno návěstidlo přerušovaného žlutého světla. 100 m od návěstidla VA1 směrem od křižovatky je po pravé straně silnice umístěno svislé dopravní značení A 10 (světelné signály).

Na rameni B (ze silnice Bohumínské na silnici Českobratrskou) ve směru B 3 pro odbočení vlevo, byla posunuta příčná čára souvislá s nápisem STOP (V6b) o 4,25m ve směru od hlavní komunikace. Stožár s dopravní značkou P6, (Stůj, dej přednost v jízdě!) bylo umístěno návěstidlo se směrovým signálem pro odbočení vlevo VB3, které je od této stop čáry umístěno 2 m. Ve směru B 4 pro odbočení vpravo bylo na stožár s dopravní značkou P4 a C3a (dej přednost v jízdě a přikázaný směr jízdy zde vpravo) umístěno návěstidlo přerušovaného žlutého světla VB4. 75 m od návěstidla VB3 směrem od křižovatky je po pravé straně silnice umístěno svislé dopravní značení A 10 (světelné signály).

Na rameni C ve směru C5 pro odbočení vlevo (ze silnice Českobratrská na silnici Bohumínská) a ve směru C6 směr přímo (silnice Českobratrská) byla zrušena příčná čára souvislá V5 v pruhu pro odbočení vlevo a byla vytvořena nová příčná čára souvislá VP přes všechny tři pruhy ve vzdálenosti 5,45m od původní čáry souvislé směrem do křižovatky. 2 metry od nově zřízené příčné čáry souvislé je po pravé straně umístěn stožár s návěstidlem VC a výložníkem v délce 8m. Na tomto výložníku se nachází ještě 2 opakovací návěstidla,

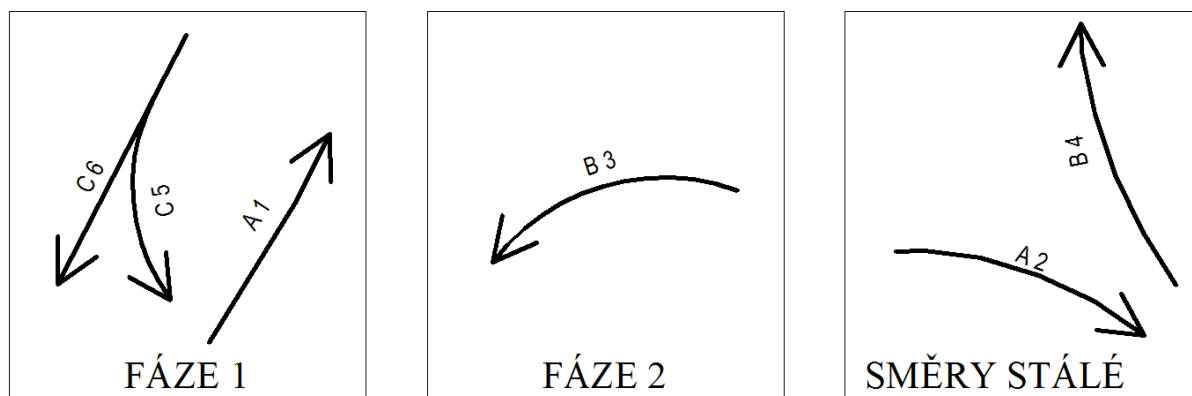
první opakovací návěstidlo VC' ve vzdálenosti 6 m od stožáru a druhé opakovací návěstidlo VC'' na konci výložníku. VB4. 75 m od návěstidla VC směrem od křižovatky je po pravé straně silnice umístěno svislé dopravní značení A 10 (světelné signály).

Celkem bylo navrženo 8 návěstidel, z toho 2 jsou návěstidla přerušovaného žlutého světla, 3 jsou návěstidla se směrovým signálem a 3 návěstidla pro vozidla. Návrh světelně signalizačního plánu je zobrazen na výkresu 2.

4.1.1. Výpočet světelně signalizačního plánu

Pro výpočet světelně signalizačního plánu byly použity technické podmínky TP 81 [9]. Návrh pevného signálního plánu byl proveden metodou saturovaného toku a při návrhu bylo použito podmíněně kolizní dvoufázové řízení provozu.

Řešená křižovatka má tři ramena a celkem šest směrů. Jelikož intenzity dopravního proudu ve směru C5, pro odbočení vlevo jsou velmi malé, až skoro zanedbatelné, je vhodné zde využít pro tento směr podmíněně kolizní řešení, které bude zahrnovat v jedné fázi odbočování vlevo pro tento směr a současně volno pro směr přímo z protějšího ramene A1. Díky tomu že jsou ramena A2 a B4 vybavena návěstidly s přerušovaným žlutým světlem tak je do signálního plánu a tedy i do fázového řízení nijak neuvažují. Tato ramena jsou tím pádem částí světelně řízené křižovatky, ve které světelné signály pouze upozorňují na důležitost dopravní značky, popřípadě pokud jsou užity bez značky, znázorňují upozornění na nezbytnost dodržovat zvýšenou opatrnost. V tomto případě se jedná o samostatně stojící návěstidlo s přerušovaným žlutým světlem pro směr A2 a pro směr B4 dopravními značkami P4,C 3a (dej přednost v jízdě a přikázaný směr jízdy zde vpravo). Na druhou fázi tedy připadá pouze jeden směr a to směr pro odbočení vlevo B3.



Obr. 12 – Fázové schéma signálního plánu

Pro určení signálního plánu je nezbytné vymezit tvary kolizních ploch a vyklizovací a najížděcí dráhy vozidel. Pro křižovatku při využití tohoto fázového schématu, které zahrnuje střídání fáze 1 a fáze 2, a neuvažování tak směrů stálých – A2, B4 uvedené na Obr. 12, se v křižovatce nachází celkem 8 kolizních ploch pro kteroukoliv možnost situace, které jsou zakresleny na výkresu 3, ve výkresové dokumentaci.

Propočet mezičasů jednotlivých dopravních střetů

Mezičas je časové období od ukončení zelené na návěstidle pro samotný směr, po počátek doby zelené na návěstidle pro kolizní směr.

Je zapotřebí provést výpočet mezičasů všech jednotlivých pohybů v křižovatce, které určují kolizní plochy, jenž jsou zakresleny na výkresu 3, ve výkresové dokumentaci.

Postup výpočtu mezičasů:

V Tabulce 12, jsou zobrazeny hodnoty a výpočty mezičasů dle TP 81 [9] pro každý křižovatkový pohyb. Postup výpočtu a jednotlivé hodnoty uvedené v tabulce jsou popsány níže.

Tabulka 12 - Výpočet mezičasů

Výpočtová tabulka pro výpočet mezičasů													
Najíždí					Vyklizuje							Vypočtený mezičas $t_m = t_v + t_n$	Mezičas pro univerzální tabulku mezičasů
Vjezd	Směr	Najížd. dráha L_n	Najížd. rychlost V_n	Najížd. doba $t_n = L_n / V_n$	Vjezd	Směr	Vykliz. dráha L_v	Délka vykliz. vozidla l_{voz}	Vykliz. rychlost V_v	Vykliz. doba $t_v = (L_v + l_{voz}) / V_v$	Bezp. doba t_b		
		m	m/s	s			m	m	m/s	s	s	s	s
VC6	Přímo	27,84	9,7	2,87	VB3	Vlevo	28,00	5	7	4,71	2	3,8	4
VC5	Vlevo	12,20	7	1,74	VB3	Vlevo	11,90	5	7	2,41	2	2,7	3
		8,67	7	1,24	VA1	Přímo	22,66	5	9,7	2,85	2	3,6	4
VB3	Vlevo	16,90	7	2,41	VC6	Přímo	16,26	5	9,7	2,19	2	1,8	2
		5,69	7	0,81	VC5	Vlevo	18,73	5	7	3,39	2	4,6	5
		4,17	7	0,60	VA1	Přímo	21,63	5	9,7	2,75	2	4,1	4
VA1	Přímo	12,44	9,7	1,28	VC5	Vlevo	20,32	5	7	3,62	2	4,3	5
		12,12	9,7	1,25	VB3	Vlevo	14,84	5	7	2,83	2	3,6	4

Najíždí:

Vjezd	označení směrů vozidel najíždějících do křižovatky
Směr	směr najíždějícího vozidla, ve kterém pokračuje při průjezdu křižovatkou
L_n	najížděcí dráha, která je určená pro jednotlivé křižovatkové pohyby, podle výkresu 3
V_n	najížděcí rychlost, pro směr přímo je rovna hodnotě 9,7 m/s pro odbočení je rovna hodnotě 7 m/s
t_n	Najížděcí doba v [s], která se vypočte podle vztahu /10/

$$t_n = L_n / V_n \text{ [s]} \quad /10/$$

Vyklizuje:

Vjezd	označení směrů vozidel odpovídajících pro najíždějící vozidla a vyklizovací křižovatku
Směr	směr vyklizovacího vozidla, ve kterém pokračuje při průjezdu křižovatkou
L_v	vyklizovací dráha, která je určená pro jednotlivé křižovatkové pohyby, podle výkresu 3
l_{voz}	Délka vyklizovacího vozidla, která se pro motorová vozidla stanovuje 5m
V_v	Vyklizovací rychlost, pro směr přímo je rovna hodnotě 9,7 m/s pro odbočení je rovna hodnotě 7 m/s
t_v	Vyklizovací doba v [s], která se vypočte podle vztahu /11/

$$t_v = (L_v + l_{voz}) / V_v \text{ [s]} \quad /11/$$

t_b	bezpečnostní doba, doba v průběhu které mohou vjet do křižovatky vozidla, která nemohou již bezpečně zastavit v době žluté před křižovatkou. Pro motorová vozidla je rovna 2 [s].
t_m	vypočtený mezičas podle vzorce /12/

$$t_m = t_v - t_m + t_b \text{ [s]} \quad /12/$$

Hodnoty pro poslední sloupec Tabulky 12, Mezičas pro univerzální tabulku mezičasů, se získá zaokrouhlením mezičasu t_m , který se zaokrouhluje na celé čísla. Zaokrouhlování se provádí asymetricky, do 0,2 s (vč.) dolů, od 0,2 s nahoru.

Jednotlivé hodnoty zaokrouhlených mezičasů byly vepsány do Tabulky 13 a Tabulky 14, které udávají hodnoty mezičasů pro jednotlivé přechody mezi fázemi.

Tabulka 13 – Univerzální tabulka mezičasů pro přechod z fáze 1 na fázi 2

t_{m12} [s]		Najíždí			
		VC6	VC5	VB3	VA1
Vyklizuje	VC6	XXX	-	2	-
	VC5	-	XXX	5	5
	VB3	4	3	XXX	4
	VA1	-	4	4	XXX

Tabulka 14 - Univerzální tabulka mezičasů pro přechod z fáze 2 na fázi 1

t_{m21} [s]		Najíždí			
		VC6	VC5	VB3	VA1
Vyklizuje	VC6	XXX	-	2	-
	VC5	-	XXX	5	5
	VB3	4	3	XXX	4
	VA1	-	4	4	XXX

vyklizuje	1. fáze: volno směry VC6, VC5, VA1
najíždí	2. fáze: volno směry VB3

vyklizuje	2. fáze: volno směry VB3
najíždí	1. fáze: volno směry VC6, VC5, VA1

Rozhodující mezičas pro pořadí fází 1 → 2:
 $t_{m12} = 5$ s

Rozhodující mezičas pro pořadí fází 2 → 1:
 $t_{m21} = 4$ s

Postup výpočtu délky cyklu Websterovou metodou (metoda saturovaného toku) [9]

Pro účely návrhu základního signálního plánu (stanovení fází řízení a základního cyklu) a kapacitního posouzení byla použita Websterova metoda. Princip Websterovi metody (saturovaného toku) je stanovení délky cyklu a signálu volno v závislosti na stupni saturace vjezdů v jednotlivých fázích.

V Tabulce 15 a v Tabulce 16, jsou zobrazeny vypočítané hodnoty jednotlivých veličin potřebných pro stanovení délky cyklu a kapacitního posouzení jednotlivých pruhů. Postup výpočtu hodnot uvedených v tabulce je popsán níže.

Tabulka 15 - Výpočet délky cyklu metodou saturovaného toku

Vjezd	Fáze	Intenzita I	Saturovaný tok pruhu základní S_{zakl(pruhu)}	Saturovaný tok vjezdu základní S_{zakl}	Pod. sklon vjezdu s	koeficient a	poloměr oblouku R	Podíl odbočujících vozidel f	Koeficient sklonu k_{skl}	Koeficient oblouku k_{obl}	saturovaný tok vjezdu S	Stupeň saturace y	max y pro i-tou fázi (kritický vjezd)
-	-	[j.v./h]	[j.v.]	[j.v.]	[%]	-	[m]	-	-	-	[j.v.]	-	-
sl. 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VC6	1	550	1900	3800	-3,5	0	1000	0	1	1,00	3800	0,145	0,145
VC5	1	4	1900	1900	-3,5	0	17,16	1	1	0,92	1747	0,002	
VB3	2	349	1900	1900	0	0	19,73	1	1	0,93	1766	0,198	0,198
VA1	1	261	1900	3800	3,5	3,5	1000	0	0,93	1,00	3534	0,074	0,145

Tabulka 16 - Výpočet délky cyklu metodou saturovaného toku, pokračování tabulky 15

Vjezd	Fáze	Celkový stupeň saturace Y	Rozhodující mezečas t_m	Ztrátový čas ve fázi I	Celkový ztrátový čas za cyklus L	Optimální délka cyklu C_{opt}	Reálná délka cyklu C	Délka zelené pro kritický vjezd z	Zaokrouhleno z_z	Efektivní zelená z'	Kapacita vjezdu K	Rezerva kapacity vjezdu R_{ez}	Délka řadičích pruhů l_{pruh}	t_w	ÚKD
-	-	-	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]		[j.v.]	[%]	[m]	[s]	
sl. 0	1	14	15	16	17	18	19	20	21a	22b	23	24	25	26	27
VC6	1	0,342	5	4	7	23,6	30	8,72	9	10	1267	56,58	27,5	9,1	A
VC5	1										582,4	99,31	0,2	6,7	A
VB3	2		4	3				12,3	12	13	765,2	54,39	17,5	8,3	A
VA1	1		5	4				8,72	9	10	1178	77,84	13,1	7,6	A

Vjezd označení směrů vozidel najíždějících do křižovatky

Fáze zobrazuje číslo fáze, ve které se směr nachází podle Obr. 12

I intenzita dopravy přepočtena na jednotková vozidla dle [3], uvedena v Tabulce 4. [jvoz/h]

S_{zakl(pruhu)} základní saturovaný tok řadičích pruhů, závisí pouze na místních dopravních podmínkách. Pro tento případ byl určen hodnotou 1900 jvoz/h

S_{zakl} základní saturovaný tok vjezdu, závisí na počtu řadičích pruhů pro stejný směr. A Vypočte se pomocí vzorce /13/

$$S_{zakl} = \sum S_{zakl(pruhu)} \quad [\text{jvoz/h}] \quad /13/$$

- s podélný sklon vjezdu, zobrazuje stoupání při kladných hodnotách, klesání při záporných hodnotách, jízdu vodorovně při hodnotách nulových v procentech. Pro tuto křižovatku byla hodnota pro směr C5, C6 rovna klesání 3,5%, pro směr B3 rovna 0% a pro směr A1 rovna stoupání 3,5%
- a podélný sklon stoupání odvozený od podélného sklonu vjezdu, pro podélný sklon vjezdu roven 0, nebo menší se hodnota podélného sklonu stoupání uvažuje 0, pro ostatní hodnoty je shodná s podélným sklonem vjezdu
- R poloměr odbočení v [m], měří se v ose trajektorie, s výjimkou pro vozidla jedoucí přímo, u kterých se poloměr blíží nekonečnu a proto je do tabulky doplněna hodnota 1000 (mnohonásobně větší než hodnoty poloměrů odbočujících)
- f podíl odbočujících vozidel z vjezdu, jelikož jsou všechny odbočovací pruhy samostatné, je u směrů odbočovacích hodnota pro podíl odbočujících vozidel rovna 1, u směrů přímých rovna 0.
- k_{skl} koeficient sklonu, vliv podélného sklonu na saturovaný tok, vypočítaný podle vzorce /14/

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a \quad /14/$$

- k_{obl} vliv odbočování na saturovaný tok stanovený podle vzorce /15/

$$k_{obl} = \frac{R}{R+1,5 \cdot f} \quad /15/$$

- S saturovaný tok vjezdu, je maximální počet vozidel, která mohou projet profilem „stopčáry“ za jednotku času při ideálních dopravních podmínkách a určí se ze vzorce /16/

$$s = s_{zakl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} [jvoz/h] \quad /16/$$

- y stupeň saturace vjezdu, pro každý vjezd se stanoví pomocí vzorce /17/

$$y = I/S \quad /17/$$

max y maximální stupeň saturace v každé fázi, vybere se jeden maximální stupeň saturace z každé fáze

Y celkový stupeň saturace, součet maximálních stupňů saturace jednotlivých fází na křižovatce dle vzorce /18/

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y_i \quad /18/$$

l ztrátový čas ve fázi, neproduktivní doba mezi koncem efektivní zelené jedné fáze a začátkem efektivní zelené další fáze, t.j. rozhodující mezičas zmenšený o rozdíl mezi efektivní a skutečnou zelenou, dle vztahu /19/

$$l = t_m - (z' - z) = t_m - (z + 1 - z) = t_m - 1 [s] \quad /19/$$

L celkový ztrátový čas za cyklus, součet ztrátových časů v jednotlivých fázích vypočítaný podle vzorce /20/

$$L = \sum_{i=1}^n l_i = \sum_{i=1}^n (t_{mi} - 1) = \sum_{i=1}^n t_{mi} - n [s] \quad /20/$$

C_{opt} optimální cyklus, pro izolovanou křižovatku a minimální celkové zdržení vozidel, vypočítaný podle vzorce /21/

$$c_{opt} = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} [s] \quad /21/$$

C reálná délka cyklu, stanovuje se pro celou křižovatku v celých 10 sekund, a vypočítá se podle vztahu /22/, a byl stanoven na 30 s

$$0,75 \cdot c_{opt} < C < 1,5 \cdot c_{opt} [s] \quad /22/$$

$$0,75 \cdot 23,6 < C < 1,5 \cdot 23,6 [s]$$

$$0,75 \cdot 23,6 < C < 1,5 \cdot 23,6 [s]$$

$$17.7 < C < 35.4 [s]$$

z délka doby zelené pro kritický vjezd, vypočítaný podle vzorce /23/

$$z = \frac{\max y \cdot (C - L)}{Y} - 1 [s] \quad /23/$$

z_z zaokrouhlená délka doby zelené na celé sekundy
 z' efektivní zelená, produktivní doba ve fázi, po kterou vozidla projíždějí „stopčárou“ v saturovaném toku, vypočítá se ze zaokrouhlené zelené – ztráta při rozjezdu na zelenou + pojížděná žlutá (2s), vzorec /24/

$$z' = z - 1 + 2 = z + 1 [s] \quad /24/$$

K kapacita vjezdu pro automobilovou dopravu, určíme pomocí vztahu /25/

$$K = S \cdot \frac{z'}{c} [jvoz/h] \quad /25/$$

R_{ez} rezerva kapacity vjezdu pro automobilovou dopravu, určíme pomocí vztahu /26/

$$R_{ez} = (1 - \frac{I}{K}) \cdot 100 [\%] \quad /26/$$

l_{pruh} délka řadícího pruhu, stanoví se pomocí vztahu /27/

$$l_{pruh} = \frac{6,0}{3600} \cdot I \cdot C [m] \quad /27/$$

t_w střední doba zdržení na vjezdu do řízené křižovatky, slouží pro posouzení úrovně kvality dopravy ÚKD, a určí se pomocí vzorce /28/ a dále pomocného vzorce /29/

$$t_w = 0,9 \cdot \left(\frac{(C-z)^2 \cdot S}{2 \cdot C \cdot (S-I)} + \frac{x^2 \cdot 3600}{2 \cdot I \cdot (1-x)} \right) [s] \quad /28/$$

$$x = \frac{I \cdot C}{S \cdot z} [-] \quad /29/$$

ÚKD úroveň kvality dopravy, určí se pomocí Tabulky 17, podle které se porovnají hodnoty t_w s těmito tabulkovými hodnotami

Tabulka 17 - Mezní hodnoty stř. doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky [3]

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení v sekundách
Označení	Charakteristika kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	≤ 20
B	Dobrá	≤ 35
C	Uspokojivá	≤ 50
D	Dostatečná	≤ 70
E	Nestabilní	≤ 100
F	Nevyhovující	> 100

Pro všechny dopravní směry odpovídala úroveň kvality dopravy stupeň A, střední doba zdržení v sekundách menší než 20 s, charakteristika kvality dopravy velmi dobrá.

Stupeň A je nejpříznivější dopravní situace s velmi malou dobou zdržení, tzn. méně než 20 s. Krátké době zdržení odpovídá velmi nízký stupeň vytížení I/C a z něj vyplývající možnost použít krátké délky cyklů řízení SSZ. Zastavuje relativně nejméně vozidel. [3]

Sestavení signálního plánu

Sestavený signální plán pro stávající dopravní intenzity, je znázorněn na Obr 13. První fáze má délku 14 sekund, ve které zelená trvá 9 sekund a následný mezičas v délce 5 sekund. Druhá fáze má délku 16 sekund, ve které zelená trvá 12 sekund a mezičas trvá 4 sekundy. Celkový cyklus trvá 30 sekund.

Signální plán															Délka cyklu = 30 s																
návěstidlo	dl.zeleně	1. fáze = 14 sekund														2. fáze = 16 sekund															
		z ₁ = 9 s							t _m = 5s							z ₂ = 12 s												t _m = 4s			
	z (s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
VA, VA'	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
VB	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
VC, VC'	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Obr. 13 - Signální plán pro stávající intenzity dopravního proudu

Signální plán byl proveden i pro výhledové intenzity jednotkových vozidel pro rok 2040, které byly stanoveny z ročního průměru denních intenzit a přepočtu pomocí výhledového koeficientu. Výpočet a hodnoty výpočtu jednotkových vozidel je zobrazen v příloze 3. Vypočtené hodnoty pro délku cyklu metodou saturovaného toku pro rok 2040 jsou uvedeny v příloze 4. Pro rok 2040 odpovídaly všechny dopravní směry úrovni kvality

dopravy stejně jako pro stávající intenzity stupeň A, pro délku cyklu 40 sekund. Signální plán pro rok 2040 je zobrazen na Obr 14.

návestidlo		Signální plán																		Délka cyklu = 40 s																							
		dl zelené	1. fáze = 18 sekund																		2. fáze = 22 sekund																						
			z ₁ = 13 s													tm = 5s					z ₂ = 18 s																		tm = 4s				
			z (s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
VA, VA'	13																																										
VB	18																																										
VC, VC'	13																																										

Obr. 14 -- Signální plán pro rok 2040

Úrovně kvality dopravy dle ČSN 736101 na silnicích II. třídy je požadována jako stupeň D - dostatečná (hustota dopravy ≤ 30 voz/km), varianta tuto podmínku splňuje. Výhoda světelně signalizačního řízení křižovatky s pevným signálním plánem má výhodu, díky které se můžou kdykoliv bez jakýchkoliv stavebních úprav přeprogramovat v závislosti na jiné skladbě intenzit dopravních proudů.

4.2. Varianta 2 – Úprava jízdních pruhů 1

Tato varianta řeší zvýšení bezpečnosti v závislosti na přednosti v jízdě, kterou po úpravě bude směr B3 dávat pouze vozidlům jedoucích ze směru A1. Úprava jízdních pruhů spočívá ve změně u směru C6 po průjezdu křižovatkou, kde byly z původních dvou jízdních pruhů a následného posunutí vodičího proužku vytvořeny pruhy tři. Dva z těchto pruhů slouží pro směr přímo, ze směru C6 a jeden nový pruh slouží v oblasti křižovatky pouze pro vozidla, která odbočují ze směru B3. Cílem návrhu bylo provést úpravy organizace a řízení s minimálním rozsahem stavebních úprav na dané křižovatce.

Na rameni A ve směru A1 směr přímo (silnice Českobratrská) a ve směru A2 (odbočovací pruh ze silnice Českobratrské na silnici Bohumínskou) nebyly provedeny žádné změny.

Na rameni B (ze silnice Bohumínské na silnici Českobratrskou) ve směru B 3 pro odbočení a ve směru B 4 pro odboční nebyly provedeny žádné změny.

Na rameni C ve směru C5 pro odbočení vlevo (ze silnice Českobratrská na silnici Bohumínská) nebyla provedena žádná změna. Ve směru C6 směr přímo (silnice Českobratrská) byla zrušena podélná čára souvislá V1a v délce 23 m a na ni navazující podélná čára přerušovaná V2b. Přerušovaná čára podélná, dělicí původní dva jízdní pruhy V2a a V2b byla odstraněna v délce 60 m. Podélná čára přerušovaná V2b oddělující odbočující

pruh, pro odboční vpravo na silnici Bohumínskou, byla odstraněna. Byl zde posunut vodící proužek a zmenšen směrový ostrůvek, který je zaoblen poloměrem 0,5 m, a u kterého byla provedena změna šikmých rovnoběžných čar V13a, které jsou provedeny pod sklonem 45° s osou komunikace. Byly zde zřízeny tři jízdní pruhy o šířce 3,25 m. Dva z těchto pruhů jsou určeny pro směr přímo, a po 50 metrech se z pravého jízdního pruhu pro směr přímý stává pruh odbočovací, pro odbočení vpravo. Tyto jízdní pruhy jsou od sebe odděleny přerušovanou čarou podélnou V2b. Třetí pruh zde bude sloužit pro vozidla jedoucí ze směru B3, a je oddělen od vedlejšího pruhu podélnou čarou souvislou V1a v délce 50 m. Po pravé straně vozovky bylo umístěno svislé dopravní značení, řadící pruhy IP 19, 50 m před začátkem podélné čáry souvislé.

Tato varianta zajišťuje křižovatku bezpečnější, hlavně pro směr B3, který již nemusí dávat přednost směru C5,C6 (intenzity směru C5 byly tak malé, že je můžeme zanedbat), a tím pádem můžou nastat kolizní situace pouze se směrem A1, na který se řidič vozidla může lépe a intenzivněji soustředit a těmto kolizním situacím tak předcházet. Nevýhodou této varianty je rychlá změna řadících pruhů za křižovatkou, kde z pruhu pro přímý směr se stává pruh odbočovací a vozidla musí přejíždět do levého pruhu. Výkresová dokumentace k variantě 3, úprava jízdních pruhů je zobrazena na výkresu 4.

4.1. Varianta 3 – okružní křižovatka

V zadání bakalářské práce je uvedena, jako další možná varianta návrhu řešení okružní křižovatky. Jelikož se zde jedná o část mimoúrovňové křižovatky, kde dochází k úrovněmu křížení dopravních proudů a celá tato úrovněvá část se nachází na mostě, je z dopravně technického hlediska navrhnutí okružní křižovatky nevhodné. Dělicí ostrůvky, které oddělují jednotlivé jízdní pruhy vyjíždějících a vyjíždějících ramena B, jsou ohraničeny zábradlím a prostor, který ohraničují, není vyplněn žádnou vrstvou vozovky ani nosnou konstrukcí a je tedy prázdný. Konstrukce mostu na silnici Českobratrská, se skládá ze dvou rozdělených částí, každá část v jednom směru pohybu vozidel. Pro vytvoření okružní křižovatky, by bylo nutné rozšířit mostní konstrukci, a dále se pokusit udělat ji monolitní a zaplnit otvory v dělicích ostrůvcích. Jelikož severně od cesty českobratrské je zástavba domů a použití varianty okružní křižovatky by vyžadovalo velké stavební úpravy z hlediska konstrukce a posouzení únosnosti v závislosti na jiném druhu projíždění vozidel, tuto variantu neuvažují.

5. Porovnání a vyhodnocení

5.1. Odhad nákladů

V následující Tabulce 18 a 19, je proveden přibližný odhad nákladů pro jednotlivé varianty řešení. Ceny jednotlivých položek jsou převzaty z expertních cen OTSKP-SPK [10], což je oborový třídník stavebních konstrukcí a prací staveb pozemních komunikací, vydaný ředitelstvím silnic a dálnic České republiky.

Tabulka 18 - Odhad nákladů varianta 1 - SSZ

svislé dopravní značení	cena za kus [kč]	počet ks	cena celkem [kč]
DOPRAVNÍ ZNAČKY ZÁKLADNÍ VELIKOSTI HLINÍKOVÉ - DODÁVKA A MONTÁŽ	3260	3	9 780
DOPRAVNÍ ZNAČKY ZÁKLADNÍ VELIKOSTI HLINÍKOVÉ - MONTÁŽ S PŘEMÍSTĚNÍM	456	2	912
DOPRAVNÍ ZNAČKY 100X150CM HLINÍKOVÉ - MONTÁŽ S PŘEMÍSTĚNÍM	1870	1	1 870
světelné signalizační zařízení	cena za kus [kč]	počet ks	cena celkem [kč]
SVĚTELNÉ SIGNALIZAČNÍ ZAŘÍZENÍ SILNIČNÍ JEDNOSVĚTL	5100	2	10 200
SVĚTELNÉ SIGNALIZAČNÍ ZAŘÍZENÍ SILNIČNÍ TŘÍSVĚTL	50900	6	305 400
VÝLOŽNÍK	50000	2	100 000
STOŽÁR SVĚTELNÉ SIGNALIZACE	60000	5	300 000
ŘADIČ SVĚTELNÉ SIGNALIZACE	800000	1	800 000
vodorovné dopravní značení	cena za m ² [kč]	počet m ²	cena celkem [kč]
VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ PLASTEM PROFIL ZVUČÍCÍ - DOD A POKLÁDKA	326	17	5 542
VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ BARVOU HLADKÉ - ODSTRANĚNÍ	84	14	1 176

CELKOVÁ CENA [KČ] - 1 534 880

Pro variantu 1 – SSZ činí odhadované náklady na přestavbu 1 534 880 Kč. Tento odhad nákladů je pouze přibližný a je složen z hlavních prvků přestavby. Skládá se z odstranění vodorovného dopravního značení, zakreslení nového vodorovného dopravního značení, umístění nového svislého dopravního značení a osazení světelných signalizačních zařízení.

Tabulka 19 - Odhad nákladů varianta 2 - úprava jízdních pruhů

svislé dopravní značení	cena za kus [Kč]	počet ks	cena celkem [Kč]
DOPRAVNÍ ZNAČKY 100X150CM HLINÍKOVÉ - DODÁVKA A MONTÁŽ	7100	1	7 100
vodorovné dopravní značení	cena za m ² [Kč]	počet m ²	cena celkem [Kč]
VODOR DOPRAV ZNAČ PLASTEM PROFIL ZVUČÍCÍ - DOD A POKLÁDKA	326	32	10 432
VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ BARVOU HLADKÉ - ODSTRANĚNÍ	84	31	2 604

CELKOVÁ CENA [Kč] - 20 136

Pro variantu 2 – úprava jízdních pruhů činí odhadované náklady na přestavbu 20 136 Kč. Tento odhad nákladů je pouze přibližný a je složen z hlavních prvků přestavby, které zahrnují odstranění a vyznačení nového vodorovného dopravního značení a doplnění nově potřebného svislého dopravního značení.

5.2. Predikce vývoje dopravních nehod

Pod pojmem predikce vývoje dopravních nehod si můžeme představit odhad budoucích hodnot skutečného průběhu dopravních nehod. V závislosti na vývoji intenzit dopravy, které jsou stagnující až se snižující se tendencí, musíme uvážit výhledové koeficienty růstu dopravy, který je stanoven na základě výsledků celostátního sčítání dopravy v r. 2005, a mají zvyšující se tendenci v závislosti na letech.

V tomto případě můžeme nyní očekávat stagnující vývoj dopravních nehod, ale za několik let se objeví zvyšující se tendence vývoje dopravních nehod. Z tohoto důvodu je vhodné provést realizaci navržených variant změn, které by měly vliv na snížení nehodovosti. Při realizaci varianty 1 – světelné signalizační zařízení, můžeme očekávat prudké až naprosté snížení dopravních nehod, díky uzpůsobení provozu a používání v nejhorším případě pouze podmíněně kolizních situací, které budou nastávat pouze zřídka, díky velmi malé, až zanedbatelné intenzitě pro odbočení vozidel ze směru C5. Při realizaci varianty 2 – úprava jízdních pruhů, můžeme očekávat viditelné snížení dopravní nehodovosti pro směr B3, který má za následek téměř všechny nehody za posledních 5 let, kdy řidiči

nerespektovali dopravní značku – dej přednost v jízdě. Avšak snížení nehodovosti zde nebude tak velké jako u varianty první.

5.3. Srovnání a doporučení varianty k realizaci

U varianty 1 – světelné signalizační zařízení, je výhodou velká bezpečnost provozu, kolizní body a plochy zde téměř neexistují. Nevýhodou je zde větší pořizovací cena při porovnání s variantou 2. Další nevýhodou světelně řízené křižovatky je závislost na elektrické energii, bez které světelně signalizační zařízení nefunguje a křižovatka se stává křižovatkou řízenou dopravním značením. Při čekání vozidel dochází v místě křižovatky k velké koncentraci výfukových plynů, což je z hlediska ekologického nevhodné. U varianty 2 – úprava jízdnic pruhů, je výhodou cenová dostupnost realizace. Nevýhodou je při porovnání s první variantou menší snížení bezpečnosti křižovatky. Nevýhodou této varianty je rychlá změna řadicích pruhů za křižovatkou, kde z pruhu pro přímý směr se stává pruh odbočovací a vozidla musí přejíždět do levého pruhu.

Po posouzení všech kladů i záporů jednotlivých variant je zvolena jako výhodnější varianta 1 – světelné signalizační zařízení. Tato varianta byla vybrána z bezpečnostního hlediska, díky kterému zajišťuje největší možné snížení nehodovosti na křižovatce.

6. Závěr

V úvodní části byla popsána úroňová část řešené mimoúrovňové křižovatky Českobratrská-jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské (Most Pionýrů), na které byl proveden dopravní průzkum a zaznamenány tak intenzity dopravy, ze kterých byly vypočítána intenzita špičkové hodiny a výhledové intenzity dopravy pro návrhový rok 2040. Z uvedených hodnot byl vytvořen pentlogram a kartogram dopravních intenzit.

Následující část bakalářské práce zahrnovala vyhodnocení dopravní nehodovosti za posledních 5 let. Na úroňové části řešené mimoúrovňové křižovatky Českobratrská-jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské (Most Pionýrů), bylo zaznamenáno za posledních 5 let 30 dopravních nehod, všechny nehody se obešly bez ztrát na životech.

Další část bakalářské práce řeší návrh variant přestavby úroňového křížení křižovatky, v závislosti na eliminaci dopravních nehod a tím pádem zvýšení bezpečnosti dopravy. Byly navrženy dvě varianty přestavby. První varianta řeší osazení světelného signalizačního zařízení. Výpočet byl proveden websterovou metodou (metoda saturovaného toku) s dvoufázovým podmíněně kolizním křížením. Přechody mezi jednotlivými fázemi (mezičasy), byly stanoveny na 4 a 5 sekund. Pomocí signálního plánu se stanovila délka zelené pro jednotlivé fáze v délce 9 a 12 sekund, celková délka cyklu byla určena na 30 sekund. Druhá varianta řeší přestavbu jízdních pruhů silnice Českobratrská, směrem do centra, kde z původních dvou pruhů a následného posunutí vodícího proužku, jsou vytvořeny pruhy tři pro větší bezpečnost vozidel, odbočujících z vedlejší komunikace a najíždějících tak do jednoho z těchto pruhů, který je určen pouze pro ně.

V závěrečné části je vyhodnocena predikce vývoje dopravních nehod, je proveden odhad nákladů jednotlivých variant, srovnání a doporučení varianty k realizaci. Z hlediska zvýšení bezpečnosti a eliminace dopravních nehod, byla vybrána jako nejlepší varianta křižovatka řízena světelně signalizačním zařízením.

Na závěr bych chtěl poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Miloslavu Řezáčovi, Ph.D., konzultantu Ing. Jiřímu Datinskému a panu Petru Hohnovi za cenné rady a spoluúčast při tvorbě bakalářské práce.

Použitá literatura

- [1] Mimoúrovňové křižovatky u nás a ve světě: IDEÁLNÍ MIMOÚROVŇOVÁ KŘÍŽOVATKA. *Silnice železnice* [online]. 6.10.2008 [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/mimourovnovne-krizovatky-u-nas-a-ve-svete/>
- [2] Dramatická historie Mostu Pionýrů v Ostravě: Silniční most musel být 3 krát stavěn, protože 2 krát vyletěl do povětří. *Klub přátel Hornického muzea v Ostravě* [online]. 18. 07. 2011 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://www.hornicky-klub.info/view.php?cisloclanku=2011070004>
- [3] ČSN 73 6102 - *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*; Praha: ČNI, listopad 2007,
- [4] TP 189. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, Technické podmínky*. Mariánské Lázně: Edip, 2007.
- [5] ČSN 73 6101. *Projektování silnic a dálnic*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [6] Celostátní sčítání dopravy 2010: Přehledová mapa. *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. 2010 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>
- [7] Jednotná dopravní vektorová mapa: Statistika nehod v mapě. *Ministerstvo dopravy* [online]. 2006 [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www1.jdvm.cz/cz/s501/Rozcestnik/c7315-Statistika-nehod-v->
- [8] Silnice na území města: Silnice II. třídy. *Ostravské komunikace a.s.* [online]. 2011 [cit. 2012-03-14]. Dostupné z: <http://www.okas.cz/dalsi-informace/silnice-a-komunikace/silnice-na-uzemi-mesta.html>
- [9] TP 81. *Navrhování SSZ pro řízení silničního provozu, Technické podmínky*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2006.

- [10] OTSKP-SPK: expertní ceny 2011. *Ředitelství silnic a dálnic* [online]. 2012 [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www.rsd.cz/doc/Technicke-predpisy/OTSKP-SPK/otskpspk-expertni-ceny-2011>
- [11] Birmingham [cit. 2012-03-16]. Dostupné z: http://3.bp.blogspot.com/_uwgGB_O8qZo/RhFszuJtSpI/AAAAAAAAAiY/hIjCONoFzNo/s400/birmingham.jpg
- [12] Řeka Ostravice z věže Radnice: křižovatky nad Ostravicí. *Mapy* [online]. 2007 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://foto.mapy.cz/detail?id=92585>
- [13] Mapy [online]. [cit. 2012-03-15]. Dostupný z: <http://www.mapy.cz>

Seznam obrázků

Obr. 1 - Mimoúrovňová křižovatka – Birmingham [11].....	3
Obr. 2- Most Pionýrů [12].....	5
Obr. 3 - Poloha mimoúrovňové křižovatky [13]	7
Obr. 4 - Letecký snímek s popisem křižovatky[13]	7
Obr. 5 - Jihovýchodní rampa - ptačí pohled [13]	8
Obr. 6 - Metodika značení.....	8
Obr. 7 - Grafikon, špičkové hodiny 7:00 - 8:00, (vnitřní hodnoty jsou přepočty na jednotková vozidla).....	10
Obr. 8 - Pentlogram špičkové hodiny 7:00 - 8:00, zaokrouhlená jednotková vozidla	11
Obr. 9 - Grafické znázornění RPDI, ŘSD 2010 [6]	18
Obr. 10 - Vjezdy a výjezdy úseku Českobratrská-jihovýchodní rampa z ulice Bohumínské 2010, 2011 [8]	19
Obr. 11 - Poloha dopravních nehod 2007-2012 [7].....	22
Obr. 12 – Fázové schéma signálního plánu.....	28
Obr. 13 - Signální plán pro stávající intenzity dopravního proudu	36
Obr. 14 - - Signální plán pro rok 2040	37

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Dělení mimoúrovňových křižovatek [3].....	4
Tabulka 2 - Intenzity dopravy ve špičkové hodině	9
Tabulka 3 - Doporučené přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu [3]	9
Tabulka 4 - Přepočet vozidel na jednotková vozidla	10
Tabulka 5 - Výpočet intenzity špičkové hodiny.....	17
Tabulka 6 – Roční průměr denních intenzit dopravy ŘSD 2010 [6]	18
Tabulka 7 – Roční průměr denních intenzit dopravy ŘSD 2005 [6]	19
Tabulka 8 - Vjezdy a výjezdy 2009-2011	20
Tabulka 9 - Výhledový intenzita špičkové hodiny pro rok 2040	21
Tabulka 10 - Dopravní nehody 2007 [7]	23
Tabulka 11 - Dopravní nehody 2008 - 2012 [7].....	24
Tabulka 12 - Výpočet mezičasů	29
Tabulka 13 – Univerzální tabulka mezičasů pro přechod z fáze 1 na fázi 2	31
Tabulka 14 - Univerzální tabulka mezičasů pro přechod z fáze 2 na fázi 1.....	31
Tabulka 15 - Výpočet délky cyklu metodou saturovaného toku.....	32
Tabulka 16 - Výpočet délky cyklu metodou saturovaného toku, pokračování tabulky 15	32
Tabulka 17 - Mezní hodnoty stř. doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky [3] .	36
Tabulka 18 - Odhad nákladů varianta 1 - SSZ	39
Tabulka 19 - Odhad nákladů varianta 2 - úprava jízdních pruhů	40

Seznam grafů

Graf 1 - Procentuální zastoupení vozidel.....	9
Graf 2 - Vývoj dopravních nehod 2007-2012.....	23
Graf 3- Počet nehod v závislosti na čase	25
Graf 4 - Procentuální zastoupení druhu srážky.....	25

Seznam výkresů a příloh

I. Přílohy

příloha 1 - Intenzity dopravy OKAS

příloha 2 - Výhledové koeficienty růstu dopravy pro období 2005 – 2040 pro pozemní komunikace

příloha 3 – Přepočet jednotkových vozidel pro rok 2040

příloha 4 – Výpočet délky cyklu metodou saturovaného toku pro rok 2040

II. Výkresová dokumentace

výkres 1 – stávající stav

výkres 2 – světelně signalizační zařízení

výkres 3 – najížděcí a vyklizovací dráhy vozidel u SSZ

výkres 4 – úprava jízdních pruhů

Příloha 1 – Intenzity dopravy měřené Ostravskými komunikacemi a.s.

pro rok 2009

Čas		rameno 1 : Českostráská od Michálkovic						rameno 5 : Českostráská od centra						rameno 7 : JV rampa z Bohuminské						Křižovatka vjezdy celkem	
		přímě (1-5)		vlevo (1-7)		rameno 1 vjezdy celkem		JV rampa k Bohum.		přímě (5-1)		rameno 5 vjezdy celkem		vpravo (7-1)		vlevo (7-5)		rameno 7 vjezdy celkem			
od	do	Českostr. do centra	Nákladní	Voz celk.	Nákladní	Voz celk.	Nákladní	Voz celk.	Nákladní	Českostr. do Michálk.	Voz celk.	Nákladní	Voz celk.	Nákladní	Českostr. do Michálk.	Voz celk.	Nákladní	Voz celk.	Nákladní	Voz celk.	
0:00	1:00	18	3	0	0	18	3	4	0	17	1	21	1	4	0	7	0	11	0	50	4
1:00	2:00	13	2	0	0	13	2	6	0	9	0	15	0	2	0	4	0	6	0	34	2
2:00	3:00	10	2	0	0	10	2	4	0	13	0	17	0	4	0	3	0	7	0	34	2
3:00	4:00	15	3	0	0	15	3	5	1	4	0	9	1	4	1	17	3	21	4	45	8
4:00	5:00	56	12	1	0	57	12	7	0	31	6	38	6	10	2	46	9	56	11	151	29
5:00	6:00	218	26	6	0	224	26	24	7	75	5	99	12	20	4	164	8	184	12	507	50
6:00	7:00	545	43	26	5	571	48	57	13	235	13	292	26	48	9	406	58	454	67	1317	141
7:00	8:00	692	41	10	1	702	42	89	14	279	14	368	28	101	13	450	70	551	83	1621	163
8:00	9:00	494	39	9	2	503	41	80	11	346	21	426	32	107	10	394	59	501	69	1430	142
9:00	10:00	444	27	8	0	452	27	90	10	345	22	435	32	78	9	291	36	369	45	1256	104
10:00	11:00	413	38	8	0	421	38	97	9	316	21	413	30	86	8	297	32	383	40	1217	108
11:00	12:00	405	32	12	1	417	33	82	11	286	20	368	31	65	5	243	16	308	21	1093	85
12:00	13:00	412	37	11	1	423	38	90	11	326	21	416	32	73	9	240	31	313	40	1152	110
13:00	14:00	423	29	14	5	437	34	95	13	398	23	493	36	114	12	351	49	465	61	1395	131
14:00	15:00	489	40	14	4	503	44	119	15	401	27	520	42	94	9	400	71	494	80	1517	166
15:00	16:00	464	30	6	2	470	32	132	14	496	22	628	36	104	10	334	59	438	69	1536	137
16:00	17:00	418	34	6	1	424	35	112	18	442	25	554	43	87	10	257	16	344	26	1322	104
17:00	18:00	377	30	7	1	384	31	97	12	408	24	505	36	67	8	221	15	288	23	1177	90
18:00	19:00	301	15	6	1	307	16	65	8	366	12	431	20	44	5	190	13	234	18	972	54
19:00	20:00	209	15	4	0	213	15	58	8	250	7	308	15	34	6	93	2	127	8	648	38
20:00	21:00	200	17	1	0	201	17	37	6	179	7	216	13	27	5	69	0	96	5	513	35
21:00	22:00	100	15	0	0	100	15	39	7	121	6	160	13	17	2	54	1	71	3	331	31
22:00	23:00	56	14	1	0	57	14	24	6	91	5	115	11	14	4	37	2	51	6	223	31
23:00	0:00	29	8	0	0	29	8	17	2	43	1	60	3	7	0	15	1	22	1	111	12
Celkem		6801	552	150	24	6951	576	1430	196	5477	303	6907	499	1211	141	4583	551	5794	692	19652	1767
Za 16 hod (5-21)		6504	493	148	24	6652	517	1324	180	5148	284	6472	464	1149	132	4400	535	5549	667	18673	1648

Příloha 2 - Výhledové koeficienty růstu dopravy pro období 2005 – 2040 pro pozemní komunikace

V návaznosti na výhledové koeficienty uveřejněné ve Věstníku dopravy č. 9 byly tyto koeficienty specifikovány i pro dálnice a rychlostní silnice. /*

Rok	Dálnice								Rychlostní silnice							
	Těžká		Osobní		Motocykly		Celkem		Těžká		Osobní		Motocykly		Celkem	
	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR
2005	1,00	1,74	1,00	4,06	1,00	0,00	1,00	3,37	1,00	1,36	1,00	3,71	1,00	0,00	1,00	3,19
2010	1,09	1,43	1,22	3,08	1,00	0,00	1,18	2,58	1,07	1,10	1,20	2,83	1,00	0,00	1,17	2,44
2015	1,17	1,33	1,42	2,03	1,00	0,00	1,34	1,73	1,13	1,21	1,38	1,68	1,00	0,00	1,32	1,61
2020	1,25	1,25	1,57	1,48	1,00	0,00	1,46	1,46	1,20	0,82	1,50	1,30	1,00	0,00	1,43	1,23
2025	1,33	1,03	1,69	1,38	1,00	0,00	1,57	1,36	1,25	0,94	1,60	1,10	1,00	0,00	1,52	0,90
2030	1,40	1,25	1,81	1,50	1,00	0,00	1,68	1,28	1,31	0,75	1,69	1,04	1,00	0,00	1,59	1,11
2035	1,49	1,05	1,95	1,20	1,00	0,00	1,79	1,20	1,36	0,87	1,78	0,99	1,00	0,00	1,68	0,93
2040	1,57		2,07		1,00		1,90		1,42		1,87		1,00		1,76	
Rok	Ostatní silnice								Všechny komunikace							
	Těžká		Osobní		Motocykly		Celkem		Těžká		Osobní		Motocykly		Celkem	
	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR	Index	AAGR
2005	1,00	0,79	1,00	3,37	1,00	0,00	1,00	2,83	1,00	1,17	1,00	3,54	1,00	0,00	1,00	3,01
2010	1,04	0,57	1,18	2,27	1,00	0,00	1,15	2,00	1,06	0,74	1,19	2,40	1,00	0,00	1,16	2,15
2015	1,07	0,55	1,32	1,18	1,00	0,00	1,27	1,23	1,10	0,89	1,34	1,31	1,00	0,00	1,29	1,21
2020	1,10	0,18	1,40	0,84	1,00	0,00	1,35	0,73	1,15	0,52	1,43	1,09	1,00	0,00	1,37	1,00
2025	1,11	0,36	1,46	0,68	1,00	0,00	1,40	0,57	1,18	0,50	1,51	0,78	1,00	0,00	1,44	0,68
2030	1,13	0,18	1,51	0,65	1,00	0,00	1,44	0,55	1,21	0,65	1,57	0,75	1,00	0,00	1,49	0,79
2035	1,14	0,17	1,56	0,51	1,00	0,00	1,48	0,40	1,25	0,48	1,63	0,61	1,00	0,00	1,55	0,64
2040	1,15		1,60		1,00		1,51		1,28		1,68		1,00		1,60	

Poznámka: AAGR = procento průměrného ročního růstu mezi dvěma indexy (vstup HDM-4)

Těžká vozidla: viz celostátní sčítání dopravy, skupina T

Osobní vozidla: dtto, skupina O

/* zpracováno z podkladů ŘSD ČR na základě výsledků celostátního sčítání dopravy v r. 2005

Příloha 3 – Přepočet jednotkových vozidel pro rok 2040

rameno	Směr	Vozidlo	RPDI [voz/den]	k _{RPDI}	Intenzita [voz/h]	k ₂₀₄₀	koeficient	přepočet	zaokrouhleno	Celkem
A	VA1 Přimo	Osobní	3651	0,082	299,38	1,312	1	392,8	393	431
		Nákladní	206	0,082	16,89	1,312	1,7	37,7	38	
	VA2 Vpravo	Osobní	689	0,082	56,50	1,312	1	74,1	75	107
		Nákladní	174	0,082	14,27	1,312	1,7	31,8	32	
B	VB3 Vlevo	Osobní	5172	0,082	424,10	1,312	1	556,4	557	587
		Nákladní	163	0,082	13,37	1,312	1,7	29,8	30	
	VB4 Vpravo	Osobní	705	0,082	57,81	1,312	1	75,8	76	134
		Nákladní	314	0,082	25,75	1,312	1,7	57,4	58	
C	VC5 Vlevo	Osobní	33	0,082	2,71	1,312	1	3,6	4	7
		Nákladní	12	0,082	0,98	1,312	1,7	2,2	3	
	VC6 Přimo	Osobní	7717	0,082	632,79	1,312	1	830,2	831	911
		Nákladní	433	0,082	35,51	1,312	1,7	79,2	80	

Příloha 4 – Výpočet délky cyklu metodou saturov. toku pro rok 2040

Vjezd	Fáze	Intenzita I	Saturovaný tok pruhu ziskladní $S_{sat}(pruhu)$	Saturovaný tok vjezdu ziskladní S_{sat}	Pod. sklon vjezdu s	koeficient a	poloměr oblouku R	Podíl odbočujících vozidel f	Koeficient sklonu k_{sl}	Koeficient oblouku k_{ob}	saturovaný tok vjezdu S	Stupeň saturace y	$max\ y$ pro i-tou fázi (kritický vjezd)	Celkový stupeň saturace Y	Rozhodující mezečas t_m	Ztrátový čas ve fázi I	Celkový ztrátový čas za cyklus L	Optimální délka cyklu C_{opt}	Reálná délka cyklu C	Délka zelené pro kritický vjezd Z	Zaokrouhleno Z	Efektivní zelená Z'	Kapacita vjezdu K	Rezerva kapacity vjezdu R_{ex}	Délka radieho pruhu l_{rad}	t_a	UKD
-	-	[j.v./h]	[j.v.]	[j.v.]	[%]	-	[m]	-	-	-	[j.v.]	-	-	-	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[j.v.]	[%]	[m]	[s]	
sl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21a	22b	23	24	25	26	27
VC6	1	911	1900	3800	-3,5	0	1000	0	1	1,00	3800	0,240	0,240	0,572	5	4	7	36,2	40	12,8	13	14	1330	31,5	60,7	14,5	A
VC5	1	7	1900	1900	-3,5	0	17,16	1	1	0,92	1747	0,004	0,332		4	3									12,8	13	611,5
VB3	2	587	1900	1900	0	0	19,73	1	1	0,93	1766	0,332	0,332	0,572	4	3				18,2	18	19	838,7	30,01	39,1	13,9	A
VA1	1	431	1900	3800	3,5	3,5	1000	0	0,93	1,00	3534	0,122	0,240		5	4				12,8	13	14	1237	65,15	28,7	10,2	A